Biotecnología Vegetal o Toxicología

Dos caminos a la excelencia

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

Biotecnología Vegetal o Toxicología

Dos caminos a la excelencia

Biotecnología Vegetal o Toxicología

Dos caminos a la excelencia

José Francisco Morales Domínguez
Coordinador

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

Biotecnología Vegetal o Toxicología
Dos caminos a la excelencia

Primera edición 2018

© Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad No. 940
C.P. 20100. Aguascalientes, Ags.
http://www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/

© José Francisco Morales Domínguez (Coordinador)

© Francisco Javier Avelar González
José Francisco Morales Domínguez
María Guadalupe Valdés Reyes
Humberto Capetillo López
Fernando Jaramillo Juárez
Juan José Martínez Guerra
Eugenio Pérez Molphe-Balch
Elsa Marcela Ramírez López
Yenny Adriana Gómez Aguirre

ISBN: 978-607-8523-76-4

Hecho en México / *Made in México*

Algunos miembros del Núcleo Académico Básico (NAB) de la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal o Toxicología (MCBVT) y algunas autoridades de la UAA. De pie y de izquierda a derecha: *Dra. María Elena Siqueiros Delgado, *Dr. Juan Jáuregui Rincón, M. en C. José Gonzalo Muñoz Andrade (Jefe del Departamento de Química), *Dr. Javier Ventura Juárez, *Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez, *Dra. Eva María Salinas Miralles, Dr. Rogelio Salinas Gutiérrez (Secretario de Investigación del CCB), *Dr. Roberto Rico Martínez, *Dr. Mario Arzate Cárdenas, *Dr. Martín Gerardo Rodríguez, Lic. Sandra López Alcantar (Auxiliar administrativa de la MCBVT), *Dr. Gilberto Alejandro Ocampo Acosta. Sentados y de izquierda a derecha: *Dra. Yenny Adriana Gómez Aguirre (Miembro del CAM), *Dra. Elsa Marcela Ramírez López (Miembro del CAM), *Dr. Martín Eugenio Pérez Molphe-Balch (Fundador de la MCBVT), M. en C. Juan José Martínez Guerra (Fundador de la MCBVT), M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos (Decano del CCB), *Dr. Francisco Javier Avelar González (Rector de la UAA), *Dr. José Francisco Morales Domínguez (Secretario Técnico de la MCBVT), Dr. Fernando Jaramillo Juárez (Fundador de la MCBVT), Dra. María del Carmen Martínez Serna (Jefa del Departamento de Investigación), Dra. Birmania Heredia Rivera, M. en C. E. María Guadalupe Valdés Reyes (Jefa del Departamento al Posgrado).

*Miembros del NAB, CCB: Centro de Ciencias Básicas, UAA: Universidad Autónoma de Aguascalientes, CAM: Consejo Académico de la Maestría.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 11

CAPÍTULO I:
Contexto histórico 19

CAPÍTULO II
Historia de la Maestría en Ciencias:
Área Biotecnología Vegetal o Toxicología 35

CAPÍTULO III
La Biotecnología Vegetal y la Toxicología 53

CAPÍTULO IV
Generaciones de la Maestría en Ciencias 61

CAPÍTULO V
Núcleo Académico Básico y Productividad
de la Maestría en Ciencias 105

CAPÍTULO VI
Problemas y perspectivas a futuro 125

ANEXOS 135

Introducción

Francisco Javier Avelar González

Sucesivas revoluciones científicas, industriales y tecnológicas han marcado la historia reciente de la humanidad. Dichas transformaciones, sumadas a la explosión demográfica y a la adopción –por parte de casi toda sociedad– de modelos económicos que incitan a una cultura de la comodidad y del consumo, han empujado el desarrollo de áreas medulares para nuestro bienestar individual y colectivo (por ejemplo, las correspondientes a la salud, la alimentación, la vestimenta, las comunicaciones y los transportes).

Desgraciadamente, lo anterior también ha traído efectos negativos que -poco a poco- se nos han ido revelando como problemas de primer orden: nuestro desarrollo industrial y tecnológico, pero sobre todo nuestro *modus vivendi* ha acabado con millares de especies vegetales y animales, y ha puesto en peligro de extinción a miles más; también es causante de lacerar la salud de los ecosistemas, acelerar el calentamiento global y, en resumidas cuentas, poner en riesgo la continuidad o conservación de nuestra propia especie. Sólo para dar un ejemplo de las dimensiones de esta crisis ecológica, podemos recordar que en 2016 la Organización para las Naciones Unidas (ONU) estimó que cada

24 horas se extinguía un promedio de 150 a 200 especies; por su parte, el Real Jardín Botánico de Kew calculó, en el mismo año, que más del 20% de especies de plantas en el mundo estaba en peligro de extinción.

Desde hace un par de décadas, el panorama y las desalentadoras proyecciones a futuro con respecto a cuál podría ser el destino del planeta propiciaron una reflexión entre naciones, con el fin de definir agendas y proyectos en conjunto que, desde diversos frentes, contrarrestaran las problemáticas que hemos desencadenado. En este contexto, la investigación y la educación se revelaron como dos de las áreas más importantes desde las que podrían concretarse cambios y encontrarse soluciones efectivas, no sólo para los problemas ecológicos, sino también para los sociales y económicos.

Esta toma de conciencia puede observarse en distintos documentos y encuentros directrices, gestionados por organizaciones como la ONU y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). En el primer capítulo de este libro, María Guadalupe Valdés y Humberto Capetillo nos dan un ejemplo de lo anterior al referirse a la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, llevada a cabo en octubre de 1998. Como mencionan Valdés y Capetillo, en dicha Conferencia se delinearon misiones y objetivos de la educación superior para el milenio que entonces estaba por comenzar. En el documento generado por las naciones participantes destaca la necesidad de la creación de programas educativos pertinentes para el contexto social, la cooperación con los sectores productivos y el fomento al pensamiento crítico.

En la misma década, a las preocupaciones internacionales se sumaron, en nuestro país, otro tipo de inquietudes: a pesar de la riqueza natural y del enorme capital humano con el que contábamos, el desarrollo científico y el nivel educativo (me refiero al número de personas con educación superior o con posgrado) era muy inferior al de otros países con los que queríamos dialogar, competir y asociarnos. Por ello –y como queda consignado también en los primeros capítulos de este libro–, el gobierno, a través de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), creó en 1991 el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia, cuyo objetivo era elevar la calidad de las especialidades, maestrías y doctorados, a través de rigurosos procesos de evaluación y estímulos económicos para quienes pasaran satisfactoriamente sus requisitos de calidad. El impulso decidido a la educación

superior también es observable en la creación de otros organismos y programas como, en 1996, el PROMEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado, el cual años después cambiaría de nombre, pero conservaría su esencia y objetivos).

En el contexto regional, a finales de los ochenta y principios de los noventa, la Universidad Autónoma de Aguascalientes comenzó a enfocar el crecimiento de su oferta educativa en los programas de posgrado, que hasta entonces no habían sido relevantes. El novedoso impulso a la oferta en este nivel de estudios se debió, entre otras muchas circunstancias, al paulatino aumento de egresados de ingenierías y licenciaturas en el estado, quienes emigraban de la región porque no encontraban opciones para dar continuidad a su preparación académica.

Dentro de este marco contextual, se identificó como una prioridad el impulso a la preparación y habilitación de docentes de todos los niveles académicos. Otra área prioritaria fue la correspondiente a la investigación sobre nuestros hábitats, la producción de alimentos y los efectos a la salud causados por la dispersión de toxinas y contaminantes generados por las actividades humanas (esto, como señala Eugenio Pérez Molphe-Balch en el tercer capítulo de este libro, no sólo era una preocupación en el estado, sino en el país y en el mundo). Una respuesta de la Universidad a dichas necesidades de formación humana e investigación científica fue la creación de la Maestría en Educación (1991) y de la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal o Toxicología (1994).

Cabe destacar que la Maestría en Ciencias fue la primera en nuestra universidad volcada por completo a la investigación; es decir, aunque una de las funciones sustantivas de la UAA –desde sus inicios– ha sido la investigación, lo cierto es que por más de treinta años permaneció relegada –en los hechos– a un segundo o un tercer plano. Recordemos que hasta mediados de 2006 la Misión de la UAA estipulaba explícitamente que la docencia de pregrado constituía su principal función, y no fue sino hasta la redacción del Plan de Desarrollo Institucional posterior (2007-2015) que se ubicó a la investigación como una tarea prioritaria y parte del eje estratégico denominado “desarrollo educativo y generación de conocimiento de calidad”.

Abundando un poco más en lo anterior, es remarcable que, mientras de 1973 a 1983 se concluyeron apenas 21 proyectos de investigación y sólo 12 profesores participaron en actividades de esta índole, en las siguientes dos décadas –gracias a un esfuerzo conjunto, articulado e institucional– se con-

cluyeron 473 proyectos y participaron más de 200 catedráticos en labores de investigación. Este cambio radical y el enorme crecimiento en un área hasta entonces desarticulada tiene mucho que ver con la creación, en 1983, del Departamento de Apoyo a la Investigación, y en 1997 de la Sección de Apoyo al Posgrado (hoy Departamento de Apoyo al Posgrado).

Desde entonces a la fecha, la Universidad ha vivido una serie de transformaciones importantes, generadas por el ajuste de reglamentos, normativas y estrategias, no sólo para impulsar la investigación como actividad medular de nuestra casa de estudios, sino para fortalecer los programas de posgrado, de tal forma que todos respondan a las exigencias del ahora Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), de CONACYT. Debo resaltar que, como señalan Fernando Jaramillo Juárez y Juan José Martínez Guerra (ver Capítulo II), la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal o Toxicología, y la Maestría en Educación han sido los únicos programas de posgrado que desde su primera generación han contado con el aval del PNPC; desde hace algunos años en la categoría de posgrado consolidado, y ahora con la firme intención de alcanzar el nivel de competencia internacional en un futuro próximo.

Evitaré hablar aquí de los distintos cambios que han tenido lugar en las direcciones y programas de la Universidad, relacionados con la investigación y los posgrados, puesto que dicha información se ha incluido en diversos capítulos de este libro. Quiero, en cambio, resaltar que actualmente nuestro porcentaje de programas de posgrado pertenecientes al PNPC es superior al 90%. También vale la pena destacar que hoy día, 121 de nuestros catedráticos están inscritos en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de CONACYT, y que el empuje de esta función sustantiva en nuestra universidad ha sido tal, que sólo en 2017 tuvimos 231 proyectos de investigación activos.

En este contexto, es destacable el papel que ha desempeñado la Maestría en Ciencias. En el quinto capítulo de este libro, Elsa Marcela Ramírez López y Yenny Adriana Gómez Aguirre muestran la calidad y fortaleza de este programa de posgrado, al dar cuenta de su productividad y de la conformación actual de su Núcleo Académico Básico (NAB). Éste último está integrado por 18 profesores de tiempo completo; todos con grado de doctor obtenido en instituciones de educación superior distintas a la UAA (cabe señalar que uno de los requisitos del PNPC para otorgar el nivel de 'posgrado consolidado' es que al menos 50% de los profesores de su NAB hayan obteni-

do el grado de doctor en instituciones distintas a la universidad a la que están adscritos). Más de 83% de estos profesores pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT y casi 40% de ellos han ascendido al nivel II.

Aunque los porcentajes mencionados se obtuvieron a través de un proceso paulatino de adecuaciones a este programa de posgrado, lo cierto es que en sus 25 años de vida éste ha mantenido los más altos estándares educativos. Gracias a ello, ha dado cabida a 180 estudiantes (105 mujeres y 75 hombres) a lo largo de 12 generaciones y, hasta ahora, se han producido 176 tesis de grado, relacionadas con cuestiones de biotecnología vegetal o de toxicología (ver capítulos IV y V de este ejemplar). Por supuesto, cada una de estas tesis ha implicado un arduo proceso de investigación colaborativa –por lo menos entre tutor y tutorado– y, en muchos casos, los resultados fueron publicados en revistas arbitradas o indexadas, y/o presentados como ponencias en congresos nacionales e internacionales. Datos más detallados sobre cada una de las generaciones que han sido parte de esta maestría pueden encontrarse en el capítulo cuarto de este ejemplar, desarrollado por José Francisco Morales Domínguez. Este capítulo también tiene la virtud de incluir el testimonio de un egresado por generación, así como el número total de titulados que continuaron sus estudios haciendo un doctorado, dentro o fuera del país.

A 25 años de la creación de la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal o Toxicología, como una respuesta a problemáticas medioambientales, educativas y de investigación, cabe preguntarse sobre el estado y las necesidades actuales del mundo para, a partir de ahí, confirmar la vigencia e importancia de este programa de posgrado (y otros similares).

Con vergüenza y preocupación, debemos aceptar que, en lo referente a la ecología y la conservación de las especies, las últimas décadas han sido catastróficas: los niveles de contaminación han aumentando de manera sostenida (y a veces escandalosa) en muchos puntos del orbe; el número de vehículos automotores es cada vez mayor y las alternativas de energía limpia se han desarrollado con lentitud. Como expresé al inicio de este capítulo introductorio, la vertiginosa extinción de especies vegetales y animales, así como el innegable cambio climático, nos permiten hablar con certeza de una crisis ambiental.

Nada de lo anterior ha pasado desapercibido para organizaciones civiles y para las administraciones de una gran cantidad de países. A ello responde, por ejemplo, el *Acuerdo de París contra el cambio climático* redactado en 2015 y

–hasta ahora– signado y ratificado por 195 naciones; o su antecedente directo, el *Protocolo de Kioto*, redactado a finales del siglo pasado. También a esta preocupación responde que en la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* –aprobada por más de 150 líderes mundiales integrantes de la ONU– se hayan incluido objetivos específicos relacionados con la protección de ecosistemas terrestres y marinos, y con la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático. Cabe destacar que, por su importancia, estos temas también fueron desarrollados en la Agenda de manera transversal y no sólo en apartados y objetivos específicos (de ahí el surgimiento de la *Biotechnology Initiative*, proyecto impulsado por la ONU que busca, desde dicho campo científico, encontrar soluciones y mejorías en las áreas de la salud, la alimentación, la agricultura, la energía, la industria y el medio ambiente).

Las preocupaciones mundiales han hecho eco en documentos directrices de nuestro país, tales como el *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, concretamente en los apartados de medio ambiente, desarrollo sustentable y desarrollo tecnológico (véase el tercer capítulo de este libro). Desafortunadamente y a pesar de lo anterior, los esfuerzos por combatir las problemáticas ambientales (así como las brechas de desigualdad) desde la inversión en el campo educativo y en el de la investigación no han sido suficientes. Esto ha sido señalado en informes como el *Panorama de la educación 2017*, realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Dicho informe nos permite corroborar el bajo porcentaje de ciudadanos con educación superior en el país (16%) y el aún más bajo número de personas con estudios a nivel maestría (1%) o con doctorado (menos de 1%).

Es posible encontrar información igualmente reveladora en compilaciones como la realizada por la UNESCO (véase apartado de Fuentes consultadas), que da cuenta de la inversión que destina cada país a investigación y desarrollo. En este documento se puede apreciar que, mientras México tiene sólo 241 investigadores por cada millón de habitantes y su inversión para la investigación y el desarrollo apenas llega al 0.5% del Producto Interno Bruto (PIB), otras naciones ostentan cifras muy superiores a las nuestras. Por ejemplo, Brasil tiene 698 investigadores por cada millón de habitantes (e invierte 1.2% de su PIB); Estados Unidos, 4’231 investigadores por millón (e invierte 2.8% de su PIB); Finlandia, 6’985 investigadores por millón (e invierte 3.2% de su PIB); e Israel tiene la exorbitante suma de 8’255 investigadores por cada millón de

habitantes y destina a investigación y desarrollo 4.3% de su PIB. Otro indicador muy desfavorable es el de las solicitudes de patente. De acuerdo con datos del Banco Mundial, mientras en Estados Unidos se hicieron 295’327 solicitudes en 2016 (hechas por residentes norteamericanos), en México sólo se hicieron 1’310 (hechas por residentes mexicanos).

Las comparaciones anteriores no tienen otra intención que la de mostrar lo mucho que nos falta por hacer en el país, en los campos de la educación superior y en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto confirma la enorme pertinencia e importancia de un programa de posgrado como la Maestría en Ciencias, Áreas de Biotecnología Vegetal o Toxicología, que se ha distinguido por su constancia y su calidad durante un cuarto de siglo, en un campo del conocimiento medular y, a la vez, poco desarrollado en nuestra nación (de acuerdo con uno de los cuadros estadísticos desarrollados por Ramírez López y Gómez Aguirre en el quinto capítulo de este ejemplar, podemos deducir que sólo 0.57% de la población mexicana ha cursado una maestría dentro de las áreas de las ciencias naturales, exactas y de la computación).

La necesidad, vigencia e importancia de esta maestría es, entonces, evidente. También es justo decir que se trata de un programa educativo ejemplar, a juzgar por sus estándares de calidad, sus reconocimientos, su porcentaje de eficiencia terminal y su número de egresados exitosos. Incluso en otros temas, como el referente a la equidad de oportunidades académicas con respecto al género, la Maestría en Ciencias se muestra adelantada a su época, pues, como se anotó líneas arriba y como se podrá apreciar en el cuarto y quinto capítulos de este libro, históricamente ha habido una notable mayoría de estudiantes mujeres aceptadas en este posgrado.

La historia exitosa de este programa educativo no lo exime de una revisión exhaustiva de sus áreas de oportunidad, así como de fijarse nuevos retos y objetivos. Por ello, en el sexto y último capítulo de este libro conmemorativo, Fernando Jaramillo Juárez y Eugenio Pérez Molphe-Balch hacen una revisión de las perspectivas y las metas que se ha fijado esta maestría, con respecto a temas como productividad científica, eficiencia terminal, internacionalización, movilidad, vinculación y financiamiento. Con este capítulo como cierre, el ejemplar que tienes en tus manos cumple con la tarea no sólo de celebrar 25 años exitosos de este programa de posgrado, sino mostrar un recuento histórico y un panorama detallado de sus resultados y del contexto internacional, nacio-

nal y universitario en el que fue concebida esta maestría y en la que ha estado operando por más de dos décadas.

No sólo como rector de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, sino como investigador y académico de la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal y Toxicología, quiero decir que me da mucho orgullo y esperanza la celebración de este 25 aniversario, así como la publicación de este libro.

Fuentes consultadas

Además de los seis capítulos que conforman este libro conmemorativo, se consultaron los siguientes documentos:

AGEnda 2030 para el Desarrollo Sostenible. onu-México. Consulta, mayo de 2018. Disponible en: http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sosteNIBLE/

Biodiversidad en México. Informe de semarnat. Consulta, mayo de 2018. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap4_biodiversidad.pdf

Capital Natural de México. Informe de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Consulta, mayo de 2018. http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap4_biodiversidad.pdf

Herramienta interactiva "¿Cuánto invierte su país en I + D?". Instituto de Estadística de la UNESCO. Consulta, mayo de 2018. Disponible en: http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/#!lang=es

México y su biodiversidad. Espacio informativo de la ONU-México. Consulta, mayo de 2018. http://www.onu.org.mx/diversidad-biologica/

Panorama de la Educación 2017, de la OCDE. Consulta, mayo de 2018. Disponible en: http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EAG2017CN-Mexico-Spanish.pdf

Registro de solicitudes de patente en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Consulta, mayo de 2018. Disponible en: https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD?view=chart

Capítulo I
Contexto histórico

María Guadalupe Valdés Reyes / Humberto Capetillo López

Desde mediados del siglo XX, las cambiantes dinámicas globales han demando progresivamente una mayor y mejor formación académica y profesional, obligando a los centros de educación superior a diseñar e implementar programas que formen recursos humanos altamente calificados y competitivos. Por esta razón, el Plan de Desarrollo 2016-2024 de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) tiene como misión la formación integral de personas con una perspectiva global para que contribuyan de manera efectiva, comprometida y ética a la solución de las necesidades y problemáticas locales, nacionales e internacionales (UAA, 2016).

A pesar de que la Universidad fue creada el 19 de junio de 1973 y constituida legalmente el 24 de febrero de 1974, cuenta con una larga historia que se remonta hasta 1867, cuando se funda la Escuela de Agricultura que, posteriormente, se convertiría en el Instituto Autónomo de Ciencias y Tecnologías (IACT). Antes de su transformación en universidad, el IACT principalmente ofrecía estudios que correspondían a lo que hoy se considera educación secundaria y bachillerato, sin embargo, también contaba con algunas carreras

enfocadas a atender necesidades profesionales de la época. Como menciona Felipe Martínez Rizo (1995), el Plan de Once Años impulsado por Jaime Torres Bodet en 1959 incrementó la matrícula de estudiantes de educación primaria y secundaria, por lo que a principios de la década de los setenta se acentuó la necesidad de contar con instituciones de educación superior que dieran continuidad a los estudios y formaran los profesionales que la sociedad demandaba. En este contexto surge en México una gran cantidad de universidades públicas, entre ellas la UAA.

La necesidad de habilitar su planta académica hace que la UAA impulse cursos de posgrado para la formación y actualización de sus profesores. Sobre este punto, Laura Elena Padilla González (1988) menciona que para este proceso se comenzó con una formación pedagógica a través de cursos independientes impartidos entre 1973 y 1976 y, posteriormente, la generación de la Maestría en Educación Superior, que nace en 1977 como la primera maestría de la UAA, sin embargo, la misma autora menciona que ésta se cancela al no cumplir con las necesidades que la institución buscaba satisfacer. Al respecto, Felipe Martínez Rizo (1995) recuerda que, como era común en ese entonces con la primera oleada de posgrados en el tema, esta maestría no tenía bien definida si su orientación era para la formación docente, profesional o para la investigación. Concluida su primera generación a principios de la década de los ochenta, este programa de posgrado se cerró. En una tercera etapa, Padilla González (1988) menciona que los esfuerzos de capacitación y formación de profesores de la UAA continuaron con la oferta de la Especialidad en Docencia, de un año de duración. Este programa, formado por 12 cursos disciplinares, proporcionó a los docentes habilidades didácticas para la enseñanza.

Crecimiento del posgrado

Acorde con las necesidades de la época en materia clínica y de salud, en 1984 surgieron los primeros programas por aval académico, programas por convenio con el sector salud: especialidades médicas en anestesiología, cirugía general, ginecología y obstetricia, y traumatología y ortopedia. En los dos años siguientes verían la luz las primeras maestrías con orientación hacia la investigación: en 1985, la Maestría en Ciencias del Hombre, y un año después, la Maestría

en Ciencias Agropecuarias. Ambos posgrados se ofrecieron por única ocasión y tenían como finalidad formar a los profesores para la investigación en esas áreas. Laura Elena Padilla González (1988) indica que la Maestría en Ciencias del Hombre era de carácter multidisciplinar, pues estaba dirigida a profesionales del campo del urbanismo, la administración, la sociología, comunicación, filosofía y la salud pública; mientras que la de Ciencias Agropecuarias era disciplinar y formó tanto a profesores de la UAA como de otras instituciones de educación superior del estado y funcionarios de dependencias gubernamentales relacionadas con dicha área.

La oferta de posgrados de la Universidad Autónoma de Aguascalientes continuó diversificándose a finales de la década, pues en 1988 impulsó los primeros posgrados de carácter profesionalizante: una especialidad y una maestría en Administración.

En 1991, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Subsecretaría de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública (SES-SEP) impulsaron acciones para fomentar la calidad del posgrado en el país a través del Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia (PPPE) (ANUIES, 2006), al que únicamente podían entrar especialidades, maestrías y doctorados con una certificación de calidad obtenida a partir de rigurosos procesos de evaluación.

El proceso de formación docente desarrollado durante la década anterior en la Universidad y la obtención del grado de maestros y doctores de sus profesores en instituciones fuera del estado, permitió la posibilidad de crear programas de posgrado con una planta académica sólida y propia, que cumplían con los criterios de calidad y pertinencia solicitados por el CONACYT. Tales son los casos de la Maestría en Educación y la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, ambas con la certificación PPPE desde su nacimiento en 1992 y 1994, respectivamente. Además, es en este periodo en el que se crean los reglamentos de posgrado, de evaluación y de titulación, que establecerían las directrices para regular el funcionamiento y la operación de los programas de posgrado en esa época en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Proliferación de programas de posgrado

A mediados de la década de los noventa hay un impulso a nivel nacional por habilitar a los profesores de centros de educación superior para realizar tareas de docencia, investigación y vinculación, y de esta manera formar y consolidar cuerpos académicos de investigación. Es así que en 1996 surge el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), que evolucionaría al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) (DGESPE, 2018). Tal impulso disparó la creación de programas de posgrado en las universidades públicas del país, permitiendo a la Universidad Autónoma de Aguascalientes llegar a una oferta de 44 posgrados en 1997, repartidos en 21 especialidades, 18 maestrías y 5 doctorados. La mayoría de estos programas continuaban con un perfil profesionalizante, muy pocos estaban orientados a la investigación y sólo dos maestrías con reconocimiento a la calidad.

Tomando en cuenta la capacidad de la Institución y la rapidez con la que nacieron nuevos programas académicos, se proyectó que en unos años la oferta educativa estuviera constituida por más de 100 posgrados. Sin embargo, en aquella época no era clara la estructura administrativa que auxiliara al posgrado y uniera esfuerzos con las áreas académicas para la planeación, ejecución y promoción de los programas de posgrado; estas tareas corrían por cuenta de cada centro académico con el apoyo de la Dirección de Asuntos Académicos, área que estaba encargada de respaldar propiamente el desarrollo de pregrado.

Con el objetivo de articular estos programas y darle forma al posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es que se conforma en agosto 1997 la Dirección General de Investigación y Posgrado que, a través del Departamento de Apoyo al Posgrado, auxilia a las áreas académicas a coordinar los programas de posgrado con propuestas relacionadas al diseño y evaluación, así como a vigilar la implementación de los planes de estudio.

Evaluación de la calidad del posgrado

En el año 2000, el Departamento de Apoyo al Posgrado diseñó un modelo institucional propio para evaluar los posgrados y emitir propuestas de mejora. Con este instrumento se buscaba identificar diferentes condiciones, tales como si los

planes de estudios eran pertinentes; si los profesores contaban con títulos de maestría y doctorado, estaban adscritos a la UAA y pertenecían al área disciplinar del posgrado; si existía la infraestructura adecuada para su implementación y desarrollo; si los estudiantes se titulaban en tiempo y forma; si los posgrados contaban con programas de materias; entre otras.

Tras la primera aplicación del modelo institucional de evaluación, se detectó una serie de áreas de oportunidad en las que era necesario trabajar, por ejemplo, prácticamente todos los programas de posgrado eran sustentados por profesores que no pertenecían a la Universidad; solamente una cuarta parte de los estudiantes obtenía el título como maestro o doctor; no había un control de calendarios ni horarios para la operación de estos posgrados. Se detectó que la mayoría de los posgrados no contaban con programas de materias, además de que, por la cantidad de materias y por su carácter teórico, los planes de estudio netamente disciplinares estaban concebidos como una extensión de la licenciatura o para remediar la formación recibida durante el nivel pregrado. Esta situación limitaba en los estudiantes el desarrollo de habilidades para la investigación o para la alta profesionalización, así como el trabajo inter y multidisciplinar.

Ante tal situación, en el año 2001 se decidió hacer un diagnóstico de cada uno de los programas de posgrado y llevar los resultados a la Comisión Ejecutiva Universitaria, la cual revisó las medidas que se tendrían que establecer para consolidar la oferta educativa de la Institución. Primeramente, se dictaminó la cancelación de aquellos programas que no cumplieran con los indicadores mínimos de calidad que la Universidad requería en aquel momento. De acuerdo con estas políticas, continuaron solamente aquellos posgrados que contaran con los elementos mínimos de calidad según el modelo institucional, y considerando las fortalezas y deficiencias de los programas de posgrado restantes. Así fue que para el año 2002 se creó el Programa Institucional para el Fortalecimiento de los Posgrados (PIP). Este programa contemplaba la implementación de planes estratégicos para cada uno de los programas de posgrado, con el objetivo de avanzar y lograr indicadores de calidad para incorporarse al padrón de excelencia del CONACYT. El Departamento de Apoyo al Posgrado de la Dirección General de Investigación y Posgrado era el encargado de llevar el seguimiento de estos planes, que continuaron actualizándose hasta el año 2004.

Los esfuerzos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes por mejorar la calidad de los programas de posgrado correspondían con las necesidades y pertinencia social, retos y exigencias educativas planteadas tanto por organismos mundiales, como nacionales.

A nivel internacional e impulsada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), en octubre de 1998 se llevó a cabo la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, que llevó por nombre "La Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción". En este evento se delinearon las misiones y funciones de los programas de educación superior en el nuevo milenio, entre ellas se encuentran la de promover el saber mediante la investigación y la difusión de resultados; crear programas de estudio pertinentes con el contexto social; cooperar con los sectores productivos; fomentar el pensamiento crítico y la creatividad a través de métodos educativos innovadores; impulsar la evaluación interna y externa; poner a los estudiantes como protagonistas de la educación e incorporar nuevas tecnologías al proceso educativo (UNESCO, 1998).

A nivel federal, el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia (PPPE) del CONACYT evolucionó al Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional (PFPN), que estaba compuesto por el Padrón Nacional de Posgrado (PNP), instrumento que reconocía la buena calidad de los programas de posgrado en las categorías de Competente a Nivel Internacional y de Alto Nivel; y por el Programa Integral de Fortalecimiento de Posgrado (PIFOP), cuyo objetivo era impulsar la mejora continua de los programas de posgrado para ingresar al PNP (CONACYT, 2006).

Para ingresar al Padrón Nacional de Posgrado, el CONACYT evaluaba indicadores y parámetros de calidad que se podían agrupar en operación del posgrado, plan de estudios, planta académica, seguimiento de la trayectoria escolar, productos académicos, infraestructura, vinculación, entre otros. La UAA tenía que cumplir con la exigencia de certificar la calidad de sus posgrados en el PNP, sin embargo, las maestrías en Educación y en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología eran los únicos programas institucionales con tal distinción.

Por eso, es importante reconocer el esfuerzo de las áreas académicas, pues aquellos grupos de profesores-investigadores que más se empeñaron en el cuidado de los requerimientos anteriores elevaron la calidad de sus programas de posgrado, lo que permitió mejorar sus programas educativos.

Reestructuración del posgrado

Puestos en marcha los planes estratégicos surgidos a partir de las evaluaciones propias y del análisis del avance en el cumplimiento de los indicadores de calidad, se realizó un análisis que identificó un avance en los criterios de calidad, sin embargo, la eficiencia terminal de la mayoría de los posgrados era mínima y los planes de estudio estaban cargados de materias, por lo que desde lo curricular no se favorecían los objetivos planteados por la UNESCO. Asimismo, la mayoría de los posgrados aún tenían una planta académica externa, por lo que se contrataban profesores de otros estados que semanalmente venían a impartir clases, lo que generaba altos costos en honorarios y viáticos, situación que no permitió avanzar en el reconocimiento de la calidad.

En 2005 comenzó un proceso de reestructuración del posgrado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. De los 40 posgrados que existían entonces, se fueron cancelando y fusionando programas hasta llegar a 9 propuestas, cuidando desde su diseño curricular hasta los criterios de calidad establecidos por el CONACYT.

Las maestrías y doctorados ya contaban con los criterios establecidos en las políticas de calidad de la Universidad, además de poseer un carácter más enfocado a la investigación. De los programas producto de la reestructuración, se logró ingresar al Padrón Nacional de Posgrados, con lo que se mejoró 44% de los posgrados de la UAA acreditados por el CONACYT. El resto de los posgrados atravesó por un nuevo proceso de reestructuración.

Las nueve propuestas de posgrado restantes contaban con planes de estudio flexibles, interdisciplinarios, pertinentes, generales con áreas terminales y centrados en el estudiante. En ellos se disminuía la cantidad de materias y se favorecían las asignaturas de tronco común y las optativas, esto para permitir que el estudiante dedicara mayor tiempo a actividades que lo hicieran más competitivo y adquiriera una visión global, tales como la búsqueda de información, proyectos de investigación, participación en eventos académicos, estancias de investigación en instituciones nacionales e internacionales, entre otras. En el caso de las maestrías de tipo profesionalizante, se promovió la aplicación de los conocimientos adquiridos en empresas e instituciones del sector productivo, donde los estudiantes pudieran realizar sus proyectos prácticos en

empresas e industrias; a la fecha, es un indicador que es necesario reforzar: la vinculación con el sector productivo y empresarial.

Asimismo, las plantas académicas de estos posgrados estaban formadas por profesores propios, todos con grado de maestría o doctorado y la mayoría de ellos miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), gran parte conformados en cuerpos académicos. Se fomentó, además, la colaboración de profesores de diferentes centros académicos de la Universidad con el objetivo de favorecer el trabajo inter y multidisciplinario.

Parte de este proceso de reestructuración fue posible gracias a que se fueron regulando los programas de posgrado a través del Reglamento General de Docencia, con el que se plasmaron los requisitos, características generales, organización y funcionamiento de los mismos. Se establecieron políticas para la operación de los programas de posgrado y, a la par, se fortaleció la supervisión académica y se flexibilizaron algunos procesos administrativos relacionados con la operación de los posgrados.

El proceso de reestructuración implicó también una reorganización académico-administrativa para la operación más eficiente de los programas de posgrado. En este nuevo modelo se cuenta con un Consejo Académico, formado por profesores pertenecientes al núcleo académico básico de cada posgrado, que sirve como un organismo consultivo del decano del centro académico para asegurar la excelencia del programa. A su vez, este Consejo es representado por un secretario técnico que se encarga de la coordinación de las actividades del posgrado. Se instituye, además, la figura del secretario de Investigación y Posgrado, que ayudará al decano en los asuntos relativos a los programas de posgrado y a los proyectos de investigación correspondientes al centro académico en cuestión.

En esta organización también se incluyen la designación del tutor, quien es el responsable de la formación del estudiante; la integración de los Comités Tutorales para los posgrados dirigidos a la investigación, integrados por profesores del programa y que tienen como función dirigir, evaluar y avalar el proyecto de tesis de cada estudiante.

Parte de los esfuerzos de mejora de la calidad del posgrado institucional fue una campaña implementada en 2006 para elevar la eficiencia terminal, pues de los estudiantes que ingresaban a un programa de posgrado, sólo 25% aproximadamente se titulaba. Se procedió a la identificación y localización de

egresados que hubieran terminado sus estudios pero a los que les hiciera falta el proceso de titulación, y a aquellos interesados en completar los requerimientos para el grado de maestría o doctorado se les apoyó a través de cursos y seminarios y designándoles un tutor. Las acciones emprendidas a lo largo de ese año lograron que la eficiencia terminal aumentará 80%.

Un logro relevante del proceso de reestructuración fue la reducción de 30% aproximadamente de los costos de implementación de los posgrados. Al reducir y optimizar las cargas de materias y al disponer de profesores propios con el perfil de calidad exigido, se hizo un ahorro significativo en el pago de honorarios y viáticos de docentes provenientes de otras entidades.

Compromiso con la calidad

De manera institucional, se contaba con políticas y modelos que garantizaran la calidad de los posgrados, por lo que en el año 2007 se impulsó la acreditación de todos los programas en el ahora llamado Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT, por lo que para el año 2011 se logró que 95% de ellos contara con el reconocimiento de calidad. Desde entonces, el porcentaje de posgrados acreditados se ha mantenido superior a 85%; si bien éste ha bajado, no se debe a un descuido de calidad, sino al aumento en los programas ofrecidos por la Universidad.

Una de las políticas implementadas consistió en que la apertura de todo posgrado estaba condicionada a su ingreso al PNPC. Para tal efecto, desde la Dirección General de Investigación y Posgrado, a través del Departamento de Apoyo al Posgrado, se orientó a los académicos en el diseño de planes de estudio que consideraron los criterios institucionales de calidad y pertinencia, así como los requerimientos para la acreditación en el Padrón de Posgrados de Calidad. El plan de estudio en cuestión fue puesto a la aprobación del H. Consejo Universitario, y después de ser autorizado, el programa se somete a la evaluación del CONACYT, y si consigue la acreditación, podrá dar la bienvenida a su primera generación. De no obtenerla, se realizarán modificaciones con base en las observaciones y recomendaciones hechas por los evaluadores y se pondrá nuevamente a escrutinio.

En el año 2007, el Departamento de Apoyo al Posgrado comenzó a actuar de la misma manera: trabajar en la certificación de la calidad en los procesos administrativos del posgrado bajo la norma ISO 9001:2008. Así, busca la mejora continua a través del diseño y revisión de planes de estudio, la evaluación del posgrado, difusión, admisión, operación del posgrado y el seguimiento de titulación y de egresados.

Una vez lograda la certificación, también se implementaron mejoras en sus procesos de supervisión académica y seguimiento de los indicadores de calidad. Asimismo, continuó promoviendo que los programas de estudio fueran aún más flexibles con la inclusión de más materias tutorales, y siguió favoreciendo las colaboraciones inter y multidisciplinarias entre profesores de distintos programas de posgrado.

En ese mismo año, se comienza a trabajar en el diseño de un modelo institucional de seguimiento de egresados y opinión de empleadores que permitiera medir, entre otras cosas, la pertinencia y el impacto de los programas de posgrado. En el año 2010 se obtienen los primeros resultados de este modelo tras la aplicación de pruebas piloto. Con tal experiencia, al año siguiente se trabajó en un instrumento para hacer más ágil la captura de información y el procesamiento de resultados.

De igual manera, en el año 2010 se da un paso adelante en la promoción de los posgrados de la Universidad con la creación de los micrositios en Internet de cada posgrado, páginas web en las que se respetaba la identidad de cada programa y se ponía al alcance de los interesados la información más importante de cada maestría o doctorado.

Impacto

Una de las características que más se cuidan en los posgrados de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es la pertinencia, es decir, que los objetivos del programa de posgrado sean congruentes con las necesidades observadas en la población beneficiaria.

Parte del proceso para determinar si un programa de posgrado es pertinente, consiste en la medición del desempeño de los egresados en actividades laborales afines a su profesión, por ejemplo, si los egresados de un programa

orientado a la investigación continúan con esta labor y forman parte del Sistema Nacional de Investigadores; o bien, si los egresados de una maestría orientada a la profesionalización son considerados productivos en los sectores en los que se desenvuelven. En ese sentido, en los últimos 5 años ha ido en aumento la cantidad de egresados que han respondido las encuestas de seguimiento. El número de profesionistas e investigadores que egresaron de los 21 programas de posgrado de la UAA en los últimos años corresponde a 1,658. Todos ellos han contestado un cuestionario inicial, sin embargo, sólo a 918 les corresponde responder un instrumento de seguimiento secundario para evaluar el desempeño del egresado.

En 2013, de los 918, solamente 25% había contestado dichos cuestionarios. Gracias a diversas tareas y al trabajo en conjunto con las áreas académicas para contactar a los egresados por diferentes vías de comunicación, para el año 2017 se logró que 78%, es decir, 724 personas, participara en el modelo de seguimiento de egresados (Fig. 1).

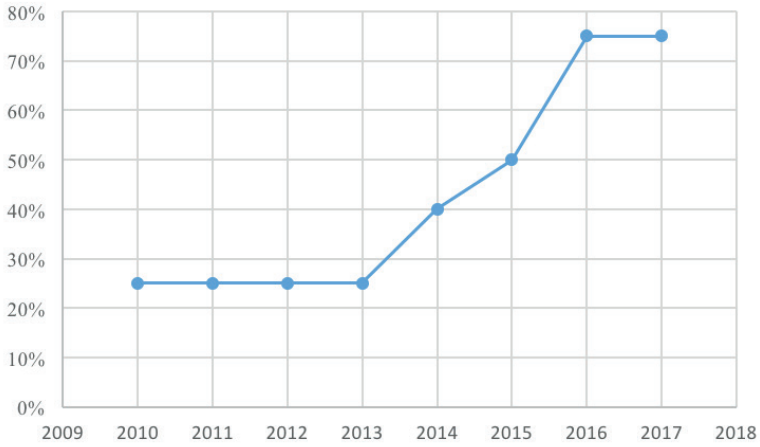


Figura 1. Porcentaje de egresados de posgrados participantes en el seguimiento de su desempeño.
Fuente: Departamento de Apoyo al Posgrado (2018).

Otra forma de medir y conocer el impacto de los posgrados de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es a través de la cantidad y porcentaje de programas adscritos al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Para esto, se tiene que en el año 2006 sólo 30% de los programas contaba

con tal reconocimiento de calidad, aumentado discretamente hasta el año 2010, cuando se alcanzó 53%. Producto de los procesos de acreditación que iniciaron en 2010, al año siguiente hay un gran salto en el porcentaje, pues aumentó 42% hasta llegar a 95%.

Para 2014 y 2015 disminuye 81% y 85% con la creación de nuevos posgrados que modificaron la relación entre los programas sin acreditar y los ya certificados. Para el año 2017, la UAA cuenta con 25 programas de posgrado, de los cuales, 23 pertenecen al padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad, es decir, 92% (Fig. 1.2).

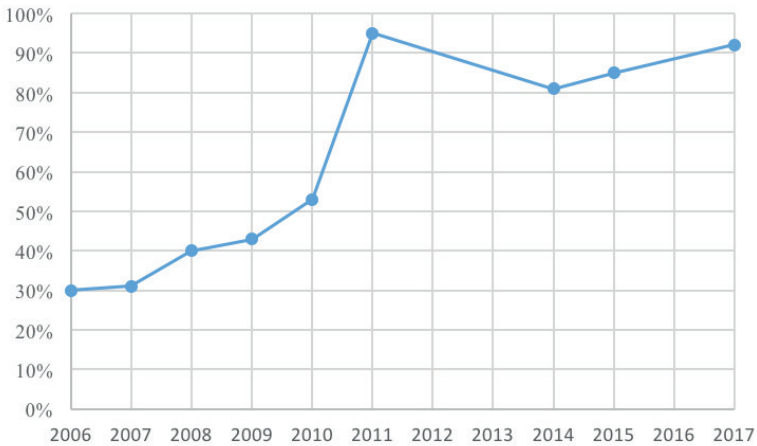


Figura 1.2. Porcentaje de los posgrados de la UAA dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Fuente: Departamento de Apoyo al Posgrado (2018).

De igual manera, se han logrado importantes avances en las áreas académicas del posgrado, pues incrementó el número de profesores aceptados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), lo que ha consolidado a los cuerpos académicos y aumentado su productividad.

Desde el año 2009, el posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes se encuentra en una etapa de fortalecimiento e internacionalización. En este periodo, además de continuar con los esfuerzos por mantener e incrementar la calidad de los posgrados ofrecidos, se trabaja en impulsar principalmente la vinculación académica, así como con otros sectores de la sociedad, como parte del compromiso y la responsabilidad que tiene la Institución con el estado de

Aguascalientes. De esta manera, el prestigio con el que cuentan los programas de posgrado y las facilidades que otorgan los adelantos tecnológicos, han permitido la promoción y la difusión de la oferta educativa más allá de las fronteras estatales y nacionales, esto con la firme intención de contar cada vez más con la participación de estudiantes de otras regiones del país y del extranjero, quienes, sin duda, podrán formarse en programas altamente competitivos y, a su vez, enriquecerán los programas con su experiencia y una visión diferente.

Habiendo logrado que la mayoría de los programas de posgrado de la UAA contaran con el reconocimiento y acreditación nacional de la calidad, fue evidente la necesidad de traspasar las fronteras y conseguir la evaluación internacional que reconociera la competitividad de las maestrías y los doctorados.

Fue así que en el año 2009 la Universidad Autónoma de Aguascalientes fue admitida en la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP), organismo que actualmente agrupa a más de 200 centros de educación superior de países de América Latina, España y Portugal, y que tiene por objetivo contribuir a la formación de profesores, profesionales e investigadores a nivel posgrado de acuerdo con las necesidades de cada país que la conforma y de la Comunidad Iberoamericana de Naciones.

Una de las estrategias de la AUIP para mejorar la oferta de posgrados de las instituciones que la integran, es aplicar una evaluación a programas de posgrado de formación avanzada, y a partir de los resultados de ese proceso, se entregan reconocimientos y premios a la calidad.

En el año 2010 las áreas académicas y administrativas de la UAA se pusieron como propósito trabajar para conseguir esa acreditación y un año después se solicitó a la AUIP la evaluación de tres maestrías: Administración, Investigación Educativa, e Informática y Tecnologías Computacionales. El fruto de ese esfuerzo en conjunto se vio cristalizado en 2012, cuando las tres maestrías obtuvieron el reconocimiento internacional por su calidad educativa. De esta manera, continuaron los esfuerzos para que más programas de posgrado se pudieran certificar ante diferentes organismos evaluadores internacionales, logrando que en 2013 la Maestría en Administración y el Doctorado en Ciencias Administrativas recibieran la certificación de calidad internacional por parte del Consejo para la Acreditación de Programas y Escuelas de Negocios (ACBSP, por sus siglas en inglés). Tres años después, la Maestría en Impuestos también se haría merecedora de esta acreditación.

En el año 2013, la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetal o Toxicología, así como la Maestría en Ciencias con Opciones a Agronómicas, Veterinarias, comienzan su proceso de evaluación internacional: primero, con una autoevaluación y posteriormente con la visita *in situ* de evaluadores internacionales por parte de la AUIP, consiguiendo el reconocimiento un año más tarde.

Este mismo reconocimiento lo obtuvieron, en 2016, los Doctorados en Ciencias Biológicas y en Estudios Socioculturales, y en 2018, la Maestría en Investigaciones Sociales y Humanísticas, así como el Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos; de esta manera, 11 programas de posgrado, es decir, 44% de la oferta educativa de la UAA, cuentan con una evaluación de calidad y reconocimiento internacional.

Gracias a la retroalimentación otorgada por la AUIP y el ACBSP durante los procesos de evaluación, se ha trabajado en el mejoramiento de aspectos como los planes de estudios, el sistema de tutorías, páginas web de los programas de posgrado, los trabajos de colaboración con otras instituciones y sectores de la sociedad, entre otros.

Retos del posgrado

Actualmente, la UAA se encuentra en un proceso de consolidación e internacionalización del posgrado. Uno de los retos es la renovación de la planta académica para el fortalecimiento de los núcleos académicos básicos de los posgrados, a través de la integración de profesores altamente habilitados y con una gran productividad en investigación, ya que, con el paso del tiempo, los profesores e investigadores que se encuentran en activo tendrán la posibilidad de jubilarse, lo que pudiera provocar el cierre de posgrados, la pérdida de la acreditación nacional, del reconocimiento internacional de los programas de posgrado y la falta de programas educativos para formar especialistas de alto nivel con el fin de atender necesidades de la sociedad.

Un reto planteado a nivel institucional es continuar ascendiendo en la escala del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). Actualmente, la mayoría de las maestrías y doctorados de la UAA se encuentran en los primeros dos niveles, es decir, Reciente creación y En desarrollo. El reto es lograr que al menos 50% de los programas alcance el tercer nivel de Consolidación y

contar con los primeros posgrados con la distinción de Competencia Internacional, el escaño más alto de esta escala.

La internacionalización es otro gran desafío. Si bien, ya se han logrado importantes avances respecto a las acreditaciones, es necesario incrementar los esfuerzos para lograr la evaluación de la mayoría de los posgrados por parte de organismos internacionales. Para corroborar que los posgrados de la UAA responden a las exigencias de competencia mundial, éstos tienen que incrementar su matrícula de estudiantes extranjeros, además de estrechar lazos de colaboración con universidades y centros de investigación de distintas latitudes del planeta; a corto plazo, se tiene como meta la cooperación y atracción de estudiantes de países de Iberoamérica por las similitudes culturales y lingüísticas, así como de Estados Unidos y Canadá por la cercanía geográfica.

Por lo tanto, la vinculación académica representa otro desafío por atender. La Universidad ha colaborado en proyectos educativos y de investigación con centros de educación superior nacionales y de países como Argentina, Colombia, Estados Unidos, España, Francia y Alemania. Sin embargo, es necesario concentrar los esfuerzos para que este tipo de vinculación sea una constante.

En el apartado de la vinculación también es indispensable el trabajo coordinado con otros sectores de la sociedad, como son el productivo, empresarial y gubernamental. Este tipo de cooperación es benéfico para todos los participantes, pues no solamente los estudiantes, docentes e investigadores de la Universidad tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos y desarrollar proyectos de investigación en un contexto externo a la situación, sino que las empresas, asociaciones civiles y dependencias de gobierno enriquecen sus prácticas y forma de operación con las innovaciones e investigaciones desarrolladas por profesionales bien formados y calificados.

Por su misma naturaleza, las maestrías de tipo profesionalizante, sobre todo las relacionadas con las ciencias económicas y administrativas, son las que mantienen lazos de colaboración más estrechos con empresas del sector productivo y de servicios, sin embargo, es necesario trabajar tanto interna como externamente de la Universidad para lograr una mayor cooperación entre las maestrías enfocadas a la investigación y los doctorados con otros sectores. Desde lo interno, se tiene que apostarle a la innovación curricular para crear programas de estudio que aumenten el nivel de competencia de los egresados, principalmente de doctorado, en el campo laboral y productivo, pues muchos

de ellos, al egresar, tienen como prioridad la incorporación a la academia sobre el ingreso al sector productivo.

La evolución del posgrado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes ha sido un proceso constante en el que se han tenido que abordar retos propios de cada etapa y contexto, así como los que han aparecido gracias a las dinámicas marcadas por una realidad global más competitiva.

Aprovecho este espacio para agradecer a las autoridades, investigadores y a todas las personas académicas y administrativas que han permitido ser parte del trabajo del posgrado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Referencias

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2006). *Consolidación y Avance de la Educación Superior en México: Elementos de Diagnóstico y Propuestas*. México.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2006). 2001_PFPN. México. En <2006-2012.conacyt.gob.mx/Becas/Posgrados_Convocatorias_2006/2001_PFPN.pdf>.

Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (2018). PROMEP. México. Recuperado de http://www.dgespe.sep.gob.mx/promep.

Martínez Rizo, F. (1995). Los *Posgrados de la Educación de la UAA: Diversidad y Complementariedad*. Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Padilla González, L. E. *et al.* (1988). *Los Primeros Quince Años: Innovación Educativa y Búsqueda de la Calidad Académica. El Caso de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

UNESCO (1998). Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción. En <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm>.

Universidad Autónoma de Aguascalientes (2016). *Plan de Desarrollo Institucional 2016–2024: Trazando el Rumbo Institucional*. Aguascalientes.

Capítulo II

Historia de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología

Fernando Jaramillo Juárez / Juan José Martínez Guerra

La Universidad Autónoma de Aguascalientes es una institución que fue creada el 19 de junio de 1973 bajo una estructura departamental. Desde el inicio de sus actividades, la misión de la UAA ha consistido en: a) buscar la verdad por medio de la investigación científica y humanística, b) contribuir al desarrollo integral de Aguascalientes y de México a través de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, c) transmitir las más elevadas manifestaciones del saber mediante la enseñanza y la difusión, y d) realizar las actividades de apoyo que la docencia, la investigación y la difusión requieran.

Antecedentes de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología

En sus primeros años de vida, la UAA orientó su trabajo al desarrollo y consolidación de la docencia, particularmente en el nivel de licenciatura, por lo que el apoyo para la investigación fue reducido. Contribuyeron a ello la escasez de

recursos financieros y, sobre todo, de recursos humanos calificados para desarrollar esta actividad. Al respecto, en el libro *Investigaciones en Proceso-UAA (1980-1981)* se señala que "hasta el año de 1977, la UAA no pudo destinar recursos para la investigación; por ello, dicha actividad fue prácticamente inexistente hasta esa fecha. Fue en los años de 1979 y 1980 cuando comenzaron a surgir los primeros proyectos, con una consistencia tal que merecieron el apoyo de instancias externas, en particular de la SEP".

Por lo tanto, la investigación Fundamento de los posgrados con esta orientación, inicialmente fue una actividad con desarrollo lento y con muchos problemas por resolver: el financiamiento de los proyectos, equipamiento de laboratorios, establecimiento y consolidación de líneas de investigación, así como la formación o contratación de investigadores.

A pesar de ello, desde finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta, comenzaron a desarrollarse proyectos de investigación relacionados con el área biológica y otras áreas de estudio, como las ciencias sociales. Estas actividades se realizaron gracias a recursos externos obtenidos por los profesores-investigadores interesados en realizar trabajo de investigación. En este contexto, en el Centro Básico (hoy Centro de Ciencias Básicas) se desarrollaron algunos proyectos financiados por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica (DIGICSA) de la Secretaría de Educación Pública (SEP); algunos son:

1) Aislamiento y caracterización de sustancias químicas producidas por algunas variedades de durazno *Prunuspersica* que lo hacen resistente a la araña roja (*Acaritetranichidae*).
2) Seroepidemiología de la enfermedad de Chagas en el estado de Aguascalientes.
3) Efecto de la administración del insecticida Paratión a ratas gestantes, sobre la secreción renal en la rata madre y en sus productos.
4) Polaridad de componentes membranales en un epitelio transportador.

Con estos proyectos se recibieron recursos para la compra de equipo de laboratorio, reactivos, material bibliográfico y viáticos para participar en congresos (Convenio SEP-UAA No. 79-04-255, Apoyo $3,122, 711.00, 1979).

Paralelamente, el Centro Básico puso en marcha programas de capacitación y actualización de profesores, con el propósito de mejorar las actividades docentes y de adquirir herramientas metodológicas para el trabajo de investigación. Ligado a estos propósitos, se recibieron visitas periódicas de profesores-investigadores del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Distrito Federal (CINVESTAV-DF), a través del programa Cursos para Universidades Estatales, financiado por la SEP (1980-1985) y coordinado por Bety Ortega, una persona muy eficiente en estas actividades. Además, se recibieron las visitas de profesores de otras instituciones, como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad de Guadalajara, quienes impartieron diversos cursos, entre ellos el de Cromatografía de Gases y Fundamentos y Aplicación de Metodologías Usuales en las Investigaciones Biológicas.

De manera particular, debe señalarse que de 1986 a 1989 la UAA fungió como una de las sedes para desarrollar el Programa Nacional de Formación de Profesores del Área Biomédica (PRONFOPAB), apoyado por la SEP y por la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. En este programa, cinco profesores del Centro Básico obtuvieron sus especialidades en las áreas de bioquímica, fisiología o farmacología (María Elena González López, Irma Adriana Castro Gallo, José Luis Moreno Hernández Duque, Javier Llamas Viramontes y Margarita Chávez Alemán). Posteriormente, cuatro de estos profesores cursaron sus estudios de posgrado en la Maestría en Ciencias de la UAA.

En este contexto, conviene señalar que en el Plan de Desarrollo de la UAA 1983-1992 (Programa-I Docencia y Programa-II Investigación), se establecieron los siguientes objetivos: iniciar algunos posgrados que incluyan especialidades para el público en general y maestrías para la formación de profesores e investigadores. Además, en el Subprograma 10 (Formación de Investigadores) de ese Plan de Desarrollo se estableció que para realizar investigación en las distintas áreas del conocimiento era necesario contar con personal calificado. Para ello, se definieron dos modalidades de formación de investigadores: 1) enviar becarios de la UAA a otras universidades y centros de investigación del país, y 2) crear programas especiales de formación de investigadores en la UAA, con el apoyo de profesores visitantes y en áreas con avances importantes y homogéneos, requeridos para un programa de formación común.

Por lo tanto, para reforzar las actividades de investigación y docencia (pregrado y futuros posgrados), algunos profesores y egresados de carreras

de licenciatura del Centro Básico realizaron estudios de maestría y doctorado en instituciones de reconocido prestigio. Entre ellos se puede mencionar a Eugenio Pérez Molphe-Balch y a Rafael Gutiérrez Campos, egresados del CINVESTAV-Irapuato, así como a José Luis Quintanar Stephano, egresado de la Universidad de Alicante-España, quienes al concluir sus posgrados se incorporaron como profesores-investigadores en la UAA.

Asimismo, los proyectos de investigación del área químico-biológica del Centro Básico fueron agrupados en dos programas fundamentales: a) Programa de Investigaciones Biomédicas Básicas (1984) y b) Programa de Investigaciones Biológicas (1985). El desarrollo de estos programas, la integración de grupos de investigadores y el establecimiento de líneas de investigación permitieron el surgimiento de los estudios de posgrado en el Centro Básico.

Diseño curricular del programa de Maestría en Ciencias

Una vez que aumentó el número de profesores-investigadores de tiempo completo en los Departamentos Académicos del Centro Básico y que mejoró la infraestructura de investigación (laboratorios, equipo y líneas de investigación), se dieron los primeros pasos para establecer los estudios de posgrado. En esa época, la UAA incluyó en su Plan de Desarrollo 1993-2001 el Subprograma 5 (Desarrollo del Posgrado) y el Subprograma 12 (Formación de Investigadores), cuyos respectivos objetivos fueron: “Crear y consolidar estudios de posgrado en sus diferentes modalidades” e “Incrementar los programas de formación de investigadores, fortaleciendo los existentes”.

En este escenario, se inició el diseño del plan de estudios de la Maestría en Ciencias (febrero de 1991) con la participación de cinco profesores del Centro Básico: Juan José Martínez Guerra, Jorge Martínez Martínez, Humberto Cuéllar Pedroza, Hugo Lizalde Viramontes y Fernando Jaramillo Juárez. Además, participaron como asesores externos los profesores-investigadores del CINVESTAV: José Luis Reyes Sánchez, Francisco A. Posadas del Río, Arnulfo Albores Medina, Neftalí Ochoa Alejo y Rafael Rivera Bustamante. Debe subrayarse el apoyo brindado a nuestro programa de Maestría en Ciencias de MANUEL VAlerio Ortega, ex director del cinvestav y del ConSEJO NAcional de Ciencia y Tecnología (conacyt). La experiencia de estos investigadores en sus áreas

del conocimiento y en la formación de recursos humanos a nivel de maestría y doctorado, enriqueció el diseño de nuestro posgrado.

Conviene señalar que esta maestría fue estructurada como un programa de posgrado interdisciplinario que permitiera la participación de profesores-investigadores de varios departamentos del área químico-biológica del Centro Básico. De esta manera, una vez concluido este trabajo, el plan de estudios de la Maestría en Ciencias fue turnado a los miembros del H. Consejo Universitario de la UAA para su análisis y discusión: "En la sesión ordinaria de este H. Consejo, celebrada el 18 de diciembre de 1991, luego de que los miembros del Comité de Diseño respondieron algunos cuestionamientos hechos por varios consejeros, se aprobó por unanimidad el programa de Maestría en Ciencias, condicionando su implementación a que la Institución contara con los recursos financieros necesarios para hacerlo" (Anexo 1).

Con el propósito de cumplir con el requisito financiero antes citado, durante el primer semestre de 1992 se elaboró el documento para solicitar la acreditación de la Maestría en Ciencias en el Padrón de Posgrados de Excelencia para Ciencia y Tecnología del CONACYT. De manera resumida, en ese documento se señaló que los estudios de posgrado aún no habían iniciado en el Centro Básico y que, desde la fundación de la UAA, una de sus principales políticas era tender siempre a la excelencia académica. Esto implicaba que sus planes y programas de estudio tuvieran un buen fundamento académico y que para implementarlos se requerían recursos económicos, ya que sin ellos no sería posible iniciar las actividades de la Maestría en Ciencias.

Al mismo tiempo, se reconoció que el Centro Básico aún no reunía todos los requisitos para que esta maestría fuera admitida en el Padrón de Posgrados de Excelencia, aunque se señaló que tampoco se partía de cero para implementarla, pues se contaba ya con una planta básica de profesores con grado de maestría y que algunos de ellos realizaban estudios de doctorado en otras instituciones con el apoyo de la UAA. Además, se señalaba la existencia de algunas líneas de investigación con trabajos publicados en revistas científicas indexadas. Se afirmaba también que la planta física y el equipo disponible eran suficientes para iniciar las actividades de esta maestría. Para concluir, se especificó que se solicitaba al CONACYT el apoyo señalado en el Objetivo No. 3 de su Convocatoria, que a la letra señalaba: "Identificar los programas de posgrado emergentes que ameriten ser apoyados para propiciar su consolidación".

Finalmente, el 23 de julio de 1992 se presentó la solicitud de acreditación de la Maestría en Ciencias ante el CONACYT. Como responsables del proyecto firmaron Gonzalo González Hernández, rector de la UAA, así como Juan José Martínez Guerra, decano del Centro Básico. Luego de ser evaluada por las instancias correspondientes, la Maestría en Ciencias fue acreditada por el CONACYT en la categoría de Programa Emergente con número de registro 162-0 (enero de 1993). El documento de acreditación fue expedido por Fausto Alzati Araiza, director general del CONACYT, y por Miguel José Yacamán, director adjunto de Investigación Científica.

En el documento antes citado se especificó lo siguiente: "Los programas emergentes podrán recibir apoyos del CONACYT sobre metas específicas, pactadas de antemano en la base de un Plan de Desarrollo presentado, tomando en cuenta las observaciones hechas por el comité Evaluador". Por ello, el paso a seguir fue elaborar un Plan de Desarrollo de la Maestría en Ciencias para poder obtener el apoyo económico del CONACYT. Habiendo cumplido con este requisito, el cual fue bueno para impulsar el desarrollo del posgrado, se obtuvieron apoyos económicos importantes, entre ellos el pago de colegiaturas a la UAA y las becas para los estudiantes (sin ellas, la maestría hubiera nacido muerta).

En este contexto, de agosto a diciembre de 1993 se impartió el primer curso propedéutico a los estudiantes que pretendían ingresar a este posgrado, quienes fueron actualizados en el área de las Ciencias Básicas con las siguientes materias: biología, química, matemáticas y computación. Finalmente, en enero de 1994, la primera generación de la Maestría en Ciencias inició sus actividades académicas con un tronco común de materias básicas y dos salidas terminales: toxicología y biología vegetal.

Con ingresos bianuales, el objetivo general de este posgrado ha sido formar recursos humanos con alto nivel académico en las áreas del conocimiento antes citadas. En el capítulo XX se describen los miembros de las generaciones de esta maestría.

Es pertinente señalar que la Maestría en Ciencias es el primer programa de posgrado establecido en el Centro Básico y el segundo de la UAA que fue acreditado por el CONACYT. Como ya se señaló, este trabajo no fue fácil de realizar porque en esos años había pocos recursos humanos y económicos que apoyaran el establecimiento y desarrollo del posgrado.

Además, de manera anecdótica, vale la pena recordar que mientras el apoyo externo fue abierto y desinteresado para estructurar y desarrollar este posgrado, al interior del Centro Básico hubo escepticismo entre algunos profesores respecto al futuro de la maestría (se auguraba un fracaso rotundo), así como "grillas de pasillo" de algunos de ellos que ciertamente no ayudaban pero sí estorbaban. Sin embargo, y sin echar las campanas al vuelo porque aún hay retos por superar, a los 25 años de la creación de este posgrado sus beneficios académicos son tangibles para la UAA, los egresados y la sociedad.

Desarrollo y consolidación

De 1994 a 1997, la Maestría en Ciencias ya había formado a sus dos primeras generaciones de estudiantes. Sin embargo, entonces como ahora, en México los recursos humanos que trabajan en ciencia y tecnología han sido escasos. Por ello, la necesidad de formar adecuadamente a un mayor número de maestros y doctores en ciencias ha sido un imperativo de nuestro país para avanzar en su desarrollo social y económico. Para contribuir con este propósito, la Maestría en Ciencias debía avanzar en su proceso de consolidación.

En este contexto, la UAA contempló en su Plan de Desarrollo 1998-2006 la necesidad de desarrollar los estudios de posgrado en estrecha relación con la investigación; así como también la participación de la Institución en la solución de problemas que afectan a la sociedad y la vinculación con el sector productivo, el cual se puede beneficiar con los trabajos desarrollados por los investigadores y los egresados de sus programas de posgrado. Lo anterior está fundamentado en el Artículo 3º de la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, el cual establece que "la enseñanza y la investigación se planearán y desarrollarán dando especial atención a la formación de profesionales e investigadores en las disciplinas científicas más relacionadas con el desarrollo socioeconómico, regional y nacional".

Reforzamiento de la planta académica

Este rubro fue apoyado de manera muy importante por el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP). Por ello, conviene recordar que a partir de 1995, la SEP estructuró el Programa de Desarrollo Educativo estableciendo, en el capítulo dedicado a la Educación Superior, la necesidad de "asegurar que el sistema nacional de Educación Superior cuente con un número suficiente de profesores e investigadores de alto nivel, para llevar a cabo tareas académicas y las transformaciones que requiere la expansión de los servicios y el rápido proceso de avance en el conocimiento científico y desarrollo tecnológico". En este marco, a finales de 1996 surgió el PROMEP, cuyo objetivo fue: "mejorar sustancialmente la formación, la dedicación y el desempeño de los cuerpos académicos de las instituciones de educación superior como un medio para elevar la calidad de la educación superior".

De esta manera, desde 1997 el PROMEP dio un fuerte apoyo a las actividades docentes y de investigación del Centro de Ciencias Básicas. Para ello, Hugo Lizalde Viramontes (decano de este Centro), apoyado por Felipe Martínez Rizo (rector de la UAA), coordinaron las actividades que condujeron al establecimiento del Convenio UAAGS 97-03. Gracias al apoyo del PROMEP se obtuvieron plazas para profesores de tiempo completo, de tal manera que la Maestría en Ciencias reforzó su planta académica con la incorporación de nuevos profesores-investigadores, entre ellos: Francisco Javier Avelar González, Martín Gerardo Rodríguez, Roberto Rico Martínez, Gonzalo de Allende Arrarás, Nora Lilia Vasco Méndez, Fidel Guevara Lara, Alma Lilián Guerrero Barrera, Javier Ventura Juárez, Elsa Marcela Ramírez López y Eva María Salinas Miralles. Estos profesores han apoyado al Programa de Maestría en Ciencias como docentes o tutores de los estudiantes.

Además, algunos egresados de la maestría, profesores de la UAA que posteriormente realizaron estudios doctorales, también se incorporaron a las actividades de este posgrado, por ejemplo: Ma. Consolación Martínez Saldaña, Ma. del Carmen Terrones Saldívar, Javier Llamas Viramontes, Rebeca Ceballos Salazar, Juan Jáuregui Rincón, Francisco Morales Domínguez, José Luis Moreno Hernández Duque y Lourdes de la Rosa Carrillo. Y recientemente, con el apoyo del CONACYT en las convocatorias de Cátedras Nacionales, en el 2016 se incorporó Yenny Gómez Aguirre, y en el 2017 Mario Arzate Cárdenas.

Infraestructura

Apoyados por la UAA y algunos organismos gubernamentales (CONACYT, SIHGO-CONACYT, SEP, PROMEP, etcétera), los profesores-investigadores del Centro de Ciencias Básicas incrementaron y diversificaron el equipamiento de los laboratorios de investigación, lo que les permitió avanzar en sus investigaciones y apoyar los trabajos de tesis de los estudiantes de este posgrado.

En este rubro, de manera particular debe señalarse la construcción del nuevo Edificio de Investigación y Posgrado (202) durante el trienio 1996-1998, para ubicar los posgrados del Centro de Ciencias Básicas, particularmente la Maestría en Ciencias y el futuro Doctorado en Ciencias Biológicas. Este proyecto fue promovido por Hugo Lizalde Viramontes (decano) y apoyado por Felipe Martínez Rizo (rector de la UAA). De manera resumida, el edificio cuenta con: a) ocho laboratorios de investigación, b) laboratorio de microscopía electrónica, c) tres cuartos para cultivos de células, d) laboratorio de instrumentación analítica de uso común, e) cuarto frío y dos cuartos para depósito y cuidado de animales de experimentación, f) laboratorio de cómputo, g) aulas equipadas para estudiantes de posgrado, y g) auditorio para 120 personas.

A su vez, el Departamento de Información Bibliográfica (bibliotecas y hemerotecas) incrementó su acervo con libros y revistas científicas que apoyaron las actividades docentes de los profesores y los trabajos de tesis de los estudiantes de la Maestría en Ciencias, así como de otros programas de posgrado. Además, estableció acceso a bancos de información científica vía Internet y convenios de intercambio de información con hemerotecas de nuestro país, para ampliar y diversificar la información bibliográfica.

En este contexto, es pertinente señalar que mediante el proyecto Mejora del acervo bibliográfico especializado de la hemeroteca del Centro de Ciencias BásiCas (C/PIFOP-2002-01-02), se obtuvieron recursos económicos para adquirir libros y revistas científicas que apoyaran el trabajo académico de los profesores y estudiantes de la Maestría en Ciencias. Con este apoyo, en los años 2002 y 2003 se estructuró una hemeroteca que fue ubicada en el Edificio 202 (primer piso).

Algunos de los beneficios derivados de este apoyo incluyen: a) los profesores-investigadores, estudiantes de licenciatura y de posgrado tuvieron acceso a fuentes de información bibliográfica actualizada para realizar sus actividades

académicas, b) en el programa de Maestría en Ciencias la hemeroteca dio apoyo a 13 estudiantes de la quinta generación (2002-2003) en la realización de sus trabajos de tesis y a 14 estudiantes de la sexta generación (2004-2005) para que estructuraran sus proyectos de tesis. Posteriormente, Rafael Urzúa Macías (decano del Centro de Ciencias Básicas) ordenó que el acervo bibliográfico de esta hemeroteca fuera trasladado a la Biblioteca Central de la UAA.

Vinculación académica

Desde el inicio de las actividades de la maestría, se establecieron nexos de colaboración con centros de investigación y universidades de nuestro país, como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN (Unidades México e Irapuato), la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de Guadalajara, el Instituto Tecnológico de Celaya, el Centro de Investigación Biomédica de Oriente-IMSS y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Esto permitió la participación de investigadores de esas instituciones como profesores visitantes de la Maestría en Ciencias y el apoyo para trabajos de tesis de los estudiantes, a través de asesorías y de estancias temporales en sus laboratorios. Recíprocamente, algunos profesores de la UAA adscritos a este posgrado han colaborado como asesores de tesis de estudiantes del CINVESTAV y de otras instituciones y han desarrollado proyectos conjuntos de investigación.

A nivel internacional, la Maestría en Ciencias participó con otras universidades de Europa y de América Latina en el desarrollo del proyecto ALFA-OMET (Occupational Medicine and Environmental Toxicology), el cual fue financiado por la Comunidad Europea (1998-1999). A través de este proyecto se tuvieron reuniones de trabajo en las que se analizaron los planes y programas de estudio de los posgrados en toxicología y medicina ocupacional de las instituciones participantes, con el propósito de mejorar sus contenidos. Además, los estudiantes de nuestra maestría recibieron un curso en Toxicología Ambiental y algunas conferencias en la misma disciplina.

Las instituciones y centros de investigación participantes fueron las Universidades de Padua y de Torino (Italia), Universidad de Surrey (Inglaterra), Universidad de Würzburg (Alemania), CINVESTAV-DF, Universidad

Autónoma de Aguascalientes, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN (México), Universidad de Caxias do Sul (Brasil), Universidad de Cuenca (Ecuador) y Universidad de Santiago (Chile). Posteriormente, se firmaron convenios de colaboración académica con la Universidad de Illinois (USA) y con la Universidad de Niza (Francia).

CONACYT y la Maestría en Ciencias

En este apartado, se presenta un resumen del dictamen emitido por los miembros del Comité de Ciencias Biológicas, Biomédicas y Bioquímicas del CONACYT, en la evaluación que realizaron a la maestría en los años 1999-2000:

> Es un programa con mucho potencial, ha hecho un esfuerzo muy importante por mejorar el número de integrantes de la planta académica y su membresía al SNI a 50%. Los alumnos actualmente son de tiempo completo y se aprecia un ambiente académico propicio. Sin embargo, el programa aún sigue teniendo algunas deficiencias para las cuales se hacen las siguientes recomendaciones:
>
> 1. La creación de un consejo académico formado por todos los profesores del programa.
> 2. La existencia de un sólo coordinador que integre ambas especialidades.
> 3. Que se reduzca el número de prácticas de laboratorio para que los alumnos puedan empezar a desarrollar su tesis por lo menos desde el segundo semestre.
> 4. Incrementar la eficiencia terminal.
> 5. Tener un seminario de posgrado que integre a ambas especialidades.
> 6. Aumentar la productividad de la planta académica a una publicación por año/investigador.
> 7. Incrementar la pertenencia al SNI a un mínimo del 50% del total de la planta académica de tiempo completo.
> 8. Cumplir con los parámetros establecidos en el marco de referencia.

Este dictamen fue fundamental para orientar los cambios que se hicieron al plan de estudios en 2001.

Continuando con las evaluaciones, en el 2006 el Padrón Nacional de Posgrado SEP-CONACYT realizó una nueva y exhaustiva evaluación a la Maestría en Ciencias que incluyó los siguientes rubros generales: Operación del programa de posgrado, Plan de estudios, Planta académica, Seguimiento de la trayectoria escolar, Productos académicos, Infraestructura, Vinculación y Recursos financieros para la operación del programa. Los rubros antes citados constaban de varios subrubros para ser evaluados (25 en total). Se señalan estos aspectos para subrayar el trabajo que se debe realizar en la evaluación de un posgrado por parte del Padrón de Posgrados del CONACYT.

El Dictamen emitido señaló lo siguiente:

> Con fundamento en el Programa Nacional de Educación, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, y en términos de los lineamientos de la convocatoria 2006 para el registro de programas educativos en el Padrón Nacional de Posgrado SEP-CONACYT, y dentro del marco del Programa para el Fortalecimiento del Posgrado Nacional, así como del Manual para la Evaluación de los Programas de Posgrado a que se refiere la convocatoria; se le informa que una vez llevado a cabo el proceso de evaluación por los Comités integrados por reconocidos académicos, se emite el siguiente dictamen en donde se señalan las causas que motivan la resolución.
> Considerando integralmente los resultados de la evaluación, el Consejo Nacional de Posgrado aprueba el registro de este programa en el Padrón Nacional de Posgrado con la categoría de ALTO NIVEL por un periodo de cinco años, sujeto al seguimiento anual.

Acortando este tema, debe señalarse que en el año 2011, la Maestría en Ciencias fue evaluada nuevamente por el CONACYT mediante 20 criterios generales (con sus respectivos parámetros). Derivado de esta evaluación, el documento *Evaluación Plenaria* señala que:

> el PNPC sustenta su credibilidad en la evaluación colegiada, objetiva e imparcial de los Comités de Pares reconocidos por su amplia trayectoria académica y/o profesional, por lo que las recomendaciones y observaciones vertidas en el proceso de evaluación son altamente valoradas por el Consejo Nacional de Posgrado para el ingreso y permanencia de los programas en el Padrón del

PNPC". (El Dictamen emitido por los evaluadores señala: "Programa Aprobado por 5 años en el Nivel Consolidado del Padrón Nacional de Posgrado).

En resumen, gracias al trabajo de profesores, estudiantes, técnicos laboratoristas, personal administrativo y de apoyo de la UAA (decanos y Departamento de Apoyo al Posgrado), la Maestría en Ciencias llegó al nivel de posgrado consolidado. Lo anterior representa una meta importante que fue alcanzada, aunque el siguiente reto es ubicar al posgrado en el Nivel Internacional del PNPC.

Situación contemporánea

Actualmente, la Maestría en Ciencias es un programa académico consolidado (PNPC-CONACYT) que orienta su trabajo en la investigación científica y cuyos objetivos generales son: 1) formar profesionales e investigadores con alto nivel académico en las áreas de la biotecnología vegetal o de la toxicología, 2) capacitar a los estudiantes para buscar, adquirir e integrar con criterio científico los conocimientos de su especialidad y los de disciplinas relacionadas, 3) fomentar en los estudiantes el análisis riguroso de la información científica, estimulando su capacidad para actualizar y enriquecer sus conocimientos, así como para identificar problemas y proponer soluciones, 4) capacitar a los estudiantes en el uso de las técnicas y métodos de investigación aplicables a su especialidad, a fin de que participen en la generación de conocimientos, y 5) fomentar la habilidad del estudiante para la adaptación o desarrollo de metodologías, así como para resolver problemas prácticos en su área de conocimiento.

Las Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) incluyen: Toxicología y Bioingeniería Ambiental, Evaluación de los Efectos Adversos Producidos por Xenobióticos, Evaluación del Riesgo e Impacto Ambiental, Bioquímica y Biotecnología Vegetal, Estudio de Proteínas en Sistemas Biológicos y Biotecnología para la Conservación y Uso Racional de los Recursos Naturales.

De acuerdo con el Reglamento General de Docencia de la UAA, la Maestría en Ciencias cuenta con un cuerpo colegiado denominado Consejo Académico, entre cuyas funciones se encuentran: a) participar en el proceso de selección de alumnos, b) atender el desarrollo adecuado y el nivel académico del progra-

ma, c) organizar los seminarios de evaluación correspondientes a los avances de trabajos de tesis de los estudiantes, y e) proponer estrategias para la vinculación del posgrado con el sector productivo, con otras instituciones de investigación y con los programas de licenciatura. Además, a los estudiantes de la Maestría en Ciencias se les asigna un Comité Tutorial, integrado por tres profesores, quienes fungen como asesores de sus trabajos de tesis.

El plan de estudios establece un primer semestre con materias básicas comunes, en el segundo semestre los estudiantes cursan materias propias del área terminal seleccionada y estructuran, con el apoyo de sus asesores, sus proyectos de tesis; finalmente, durante los semestres cuarto y quinto los posgraduandos desarrollan sus respectivos trabajos de tesis. Además, el plan de estudios es revisado periódicamente por un comité *ex profeso*, tal como lo estipula el Reglamento General de Docencia.

La revisión de los programas de estudio (y de los módulos derivados de ellos) es responsabilidad de los profesores titulares de cada asignatura, y se realiza en el marco de las Academias que funcionan en cada departamento. Como antes fue señalado, la programación de los seminarios que son expuestos por los estudiantes y la definición de los criterios para su evaluación son responsabilidad del Consejo Académico del programa. En esta última actividad pueden participar evaluadores externos.

a continuación se describe la visión y misión del programa de la Maestría en Ciencias.

Visión

Programa de maestría que ofrecerá a los egresados de las licenciaturas del área químico-biológica, y otras relacionadas, de las Instituciones de Educación Superior de nuestro país, una opción atractiva para continuar con su preparación profesional. Será también una alternativa importante para los profesionistas que estén interesados por la investigación científica y/o deseen actualizar sus conocimientos o alcanzar un grado mayor de especialización en los campos de la Biotecnología Vegetal o de la Toxicología. Este posgrado estará soportado por una planta académica de alto nivel, productiva y actualizada, y por una infraestructura suficiente y adecuada para las necesidades del programa. Su calidad será

avalada por la constante evaluación y supervisión, así como por el reconocimiento de instancias externas a la Institución, de alcance nacional e internacional.

Misión

Formar recursos humanos altamente capacitados en las áreas de la Biotecnología Vegetal y la Toxicología, para colaborar en el desarrollo del conocimiento de estas áreas en el estado y en el país, así como en el ámbito internacional. Los egresados estarán capacitados para hacer investigación en estos campos, así como para participar en la solución de problemas que afecten a su comunidad, aplicando los conocimientos y habilidades adquiridas.

El programa pretende también crear y consolidar un ambiente académico propicio que involucre a las actividades de docencia de pregrado, docencia de posgrado, investigación y difusión en las áreas del conocimiento que se manejan en el mismo. De manera particular, interaccionará con otros posgrados de las ciencias naturales que se ofrezcan en el Centro de Ciencias Básicas, como el Doctorado en Ciencias Biológicas con el que se comparten planta académica, instalaciones y líneas e investigación. Asimismo, el programa colaborará con otros similares a nivel nacional de internacional, lo que permitirá la movilidad de alumnos y profesores. Además, este posgrado debe apoyar la consolidación de los Cuerpos Académicos involucrados en el programa, así como fomentar el trabajo interdisciplinario y la productividad académica en el seno de los mismos.

Fortalezas del programa

* Se tienen alumnos de tiempo completo.
* Se cuenta con una planta académica propia que es suficiente en número y en nivel académico para desarrollar el posgrado. Además, se cuenta con el apoyo eficiente de técnicos laboratoristas.
* La mayoría de los miembros de la planta académica obtuvieron su grado máximo de estudios en una institución diferente a la UAA, por lo que no se tiene el problema de la endogamia académica.
* La proporción alumno/profesor es adecuada.

* Existen publicaciones de artículos científicos en los que participan estudiantes del posgrado como coautores. Esto indica la buena calidad de los trabajos de tesis (ver capítulo V).
* Se tiene una infraestructura suficiente para el cumplimiento de todas las actividades contempladas en el plan de estudios: laboratorios equipados adecuadamente para apoyar los trabajos de tesis, equipo y programas de cómputo, hemeroteca, sistemas de información electrónica, auditorio y aulas suficientes.
* El Departamento de Apoyo al Posgrado de la Dirección General de Investigación y Posgrado coadyuva de manera eficiente en los aspectos administrativos del posgrado.

Aportaciones

a) El Ideario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes establece en su visión que:

> La UAA es la Institución de Educación Superior líder en la entidad, con una importante presencia y reconocimiento en los ámbitos regional y nacional, y un número creciente de sus áreas en el ámbito internacional. Además, la docencia tiene como propósito formar integralmente y con un alto sentido humanista, a los estudiantes en programas y procesos educativos de alta calidad reconocidos nacional e internacionalmente, de esta forma, los egresados son altamente competentes y contribuyen de forma efectiva al desarrollo sustentable de su entorno. La investigación desarrollada en la Institución permite generar, gestionar y aplicar conocimiento de vanguardia que responde a claras necesidades del contexto.

En relación con lo anterior, desde el inicio de sus actividades (1994) el programa de Maestría en Ciencias ha contribuido al logro de la visión institucional en lo referente a la docencia de posgrado, ya que es un programa que forma recursos humanos, atiende problemas de la región y genera conocimiento en las áreas de la Biotecnología Vegetal y de la Toxicología. Esto se debe al trabajo realizado por profesores-investigadores y estudiantes y a que el posgrado está orientado a la investigación.

b) La Maestría en Ciencias es un programa educativo de calidad, ya que siempre ha estado acreditado por el PNPC-CONACYT. Por ello, desde hace veinticinco años, y siendo objeto de evaluaciones periódicas, este posgrado ha ascendido en las diversas categorías de acreditación del CONACYT. Actualmente, se encuentra en el nivel de Programa Consolidado. Esto indica que ha mantenido los criterios de calidad exigidos por dicho organismo.
c) La Maestría cuenta con una acreditación a nivel internacional, otorgada por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado (AUIP) con sede en España.
d) Con ingresos bianuales o generacionales, este posgrado ha formado doce generaciones de maestros en ciencias.
e) El programa de Maestría en Ciencias dio origen al Doctorado en Ciencias Biológicas (DCB) del Centro de Ciencias Básicas, el cual inició sus actividades académicas en el año 2006. Debido a ello, el ingreso a la Maestría en Ciencias, que tradicionalmente se realizaba en el mes de enero, se pospuso seis meses (agosto) para compartir cursos y prácticas de laboratorio con los estudiantes del DCB (modalidad directa), lo que ha permitido optimizar recursos humanos y económicos.
f) Mediante la obtención de recursos externos para el desarrollo de sus proyectos, los profesores-investigadores de la Maestría en Ciencias han contribuido de manera importante en el establecimiento de la infraestructura de laboratorios (material y equipo) que apoyan a la investigación y a la docencia de licenciatura y posgrado. Asimismo, esos apoyos también han permitido adquirir equipo de cómputo y material bibliográfico.
g) Los profesores-investigadores de la Maestría en Ciencias han colaborado de manera estrecha en otras actividades, como: vinculación (servicios a los sectores gubernamental y productivo), difusión del conocimiento (seminarios, simposios y congresos nacionales e internacionales), evaluación de proyectos académicos o de investigación (PRODEP-SEP, CONACYT, UAA) y aspectos administrativos (coordinación del posgrado, elaboración de informes, titulación de los estudiantes, etcétera).
h) Algunos egresados de esta Maestría han realizado estudios doctorales y actualmente son profesores-investigadores de la UAA o de otras instituciones de nuestro país, y también han sido seleccionados en las cátedras nacionales del CONACYT (ver capítulos IV y V).

i) Los resultados de algunas tesis se publican en revistas científicas indizadas o de divulgación.

j) Además, se han publicado varios libros o capítulos, entre ellos: *Introducción al cultivo de tejidos vegetales* (ISBN 968-6259-62-7); "Técnicas de cultivo de tejidos aplicadas a la propagación y conservación de algunas especies forestales de las zonas semiáridas de México", en *Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México* (ISBN 978-968-7462-57-8); "Methods in Plant Tissue Culture", en *Food Biotechnology* (ISBN 978-0-8247-5329-0); "Mexican Threatened Cacti: Current Status and Strategies for their Conservation", en *Species Diversity and Extinction* (ISBN 978-1-61668-343-6); *Biotransformation of Xenobiotics* (ISBN 970-728-007-7); *Toxicología básica* (ISBN 970-728-048-4); *Toxicología ambiental* (ISBN 978-607-7745-62-6); *Estrés oxidativo y su impacto en la salud* (ISBN 978-607-8227-95-2); "Water Quality in the State of Aguascalientes and its Effects on the Population´s Health", en *Water Resources in Mexico* (ISBN 978-3-642-05431-0); "Potable Water Pollution with Heavy Metals, Arsenic and Fluorides and Chronic Kidney Disease in Infant Population of Aguascalientes", en *Water Resources in Mexico* (ISBN 978-3-642-05431-0).

k) Debe subrayarse el apoyo económico de la UAA para sufragar el gasto corriente del posgrado y de los proyectos de los investigadores, así como la disminución en el pago de las colegiaturas a los estudiantes.

Agradecimientos

- A todo el personal académico y administrativo de la UAA que ha participado en el desarrollo y consolidación de la Maestría en Ciencias.
- A los profesores visitantes.
- A los estudiantes y egresados del posgrado.
- Al PNPC-CONACYT.
- Al PROMEP-SEP.
- Al Gobierno del Estado de Aguascalientes.
- Al CINVESTAV.

Capítulo III

La Biotecnología Vegetal y la Toxicología

Eugenio Pérez Molphe-Balch

Uno de los puntos que se analizó con más detalle cuando surgió la idea de crear la Maestría en Ciencias, esto en la década de 1990, fue el de las áreas del conocimiento a las que se les debería dar énfasis en este programa. La propuesta a la que se llegó fue incluir las áreas de la Biología Vegetal (ahora Biotecnología Vegetal) y la Toxicología. Esta decisión se tomó con base en tres criterios fundamentales: a) son áreas del conocimiento que tomaron importancia a finales del siglo XX, y que en este siglo XXI se han convertido en disciplinas fundamentales para conseguir un desarrollo económico y social bajo condiciones sostenibles con respecto al medio ambiente; b) la institución contaba ya con grupos de investigadores con posgrados en estas áreas, mismos que fueron la base para la creación e implementación del programa; y c) se tenían fuertes vínculos de colaboración con los grupos de investigación en estas disciplinas en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-IPN), por lo que esta institución plenamente consolidada fue un apoyo fundamental en los primeros años del programa.

Hoy en día, a 25 años de la creación de la maestría, las disciplinas de la Biotecnología Vegetal y la Toxicología no sólo han mantenido su importancia, sino que la han incrementado, y se han convertido en fundamentales para la resolución de muchos de los problemas que actualmente enfrenta la humanidad en las áreas agrícola, ambiental y de salud.

Biotecnología vegetal

Desde la segunda mitad del siglo XX, el mundo en que vivimos se ha caracterizado por los acelerados avances científicos y tecnológicos en diferentes campos del conocimiento. Como ejemplo podemos citar a la Biotecnología, disciplina que ha tenido un desarrollo notable en los últimos años. Como muestra de esto basta citar la clonación *in vitro* de plantas y animales, así como la modificación genética de los mismos a través de la transferencia directa de ADN, y más recientemente, la manipulación del propio genoma a través de técnicas de edición. Estos adelantos han revolucionado áreas tan importantes como la agricultura y la producción de alimentos en general. Además, ahora se tiene la posibilidad de entender el funcionamiento del ADN y de los genes, así como de conocer el genoma completo de varios organismos. Lo anterior tiene implicaciones muy trascendentes en varios aspectos de la vida humana.

La biotecnología es reconocida en el ámbito internacional como una de las disciplinas que mayor impacto tendrá en el desarrollo y bienestar humano en este siglo XXI. Es por esto que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha creado un programa especial al respecto, The Biotechnology Initiative (2016), el cual justifica de la siguiente manera:

> La revolución en las ciencias de la vida ha ido progresando desde hace varias décadas. Pero ahora se ha trasladado a una nueva fase. Están surgiendo nuevas oportunidades y retos, y éstos merecen la atención de la comunidad internacional. Los avances en la biología, la tecnología de la información y las ciencias físicas e ingenierías se están uniendo para generar nuevas áreas interdisciplinarias en las ciencias de la vida. Esto está abriendo posibilidades casi ilimitadas para nuevas aplicaciones de la Biotecnología en la salud, la agricultura, la energía, la industria y el medio ambiente, pero también han

surgido nuevas preocupaciones acerca de la inocuidad, la seguridad y las consideraciones éticas de estas tecnologías.

El papel tan importante que actualmente desempeña la biotecnología, en concreto la biotecnología aplicada a las plantas o biotecnología vegetal, hace indispensable que la sociedad cuente con profesionistas capacitados en esta disciplina, con el fin de aplicarla al mejoramiento del nivel de vida de la población. Lo anterior puede lograrse, por ejemplo, a través del incremento en la producción agrícola, o bien, del desarrollo de sistemas agrícolas menos nocivos para el ambiente. Esta disciplina también hace factible la obtención de nuevos productos a partir de las plantas (combustibles, plásticos, fármacos, vacunas), de una manera mucho menos nociva para el medio ambiente en comparación con los métodos convencionales. La biotecnología puede contribuir también al manejo más racional y a la conservación para generaciones futuras de los recursos vegetales, tanto cultivados como silvestres, que son un patrimonio de nuestra nación.

En el área de Biotecnología vegetal del programa de Maestría, se le ha dado énfasis a los siguientes temas:

a) Mejoramiento y manejo por métodos biotecnológicos de especies de importancia agrícola o con potencial para la región.
b) Aplicaciones de la biotecnología para la conservación y uso racional de especies silvestres amenazadas.
c) Estudio de las propiedades alimenticias y nutracéuticas de diversos productos derivados de plantas u hongos de importancia en la región.
d) Aislamiento y caracterización de genes de especies de importancia en la región, mismos que pueden ser usados para el mejoramiento de otras plantas.
e) Uso de plantas o algas para la producción por métodos biotecnológicos de compuestos de interés para el hombre.

Toxicología

El avance científico y tecnológico ha contribuido a un acelerado crecimiento de los sistemas productivos e industriales, los cuales están generando problemas muy serios de contaminación al liberar al ambiente infinidad de sustancias potencialmente tóxicas. Algunas de estas sustancias ya estaban presentes en los ecosistemas, pero en concentraciones muy inferiores a las generadas por la actividad humana. Sin embargo, hay un segundo grupo de sustancias contaminantes que son producto únicamente de la actividad humana y, por lo tanto, no habían estado antes en contacto con los sistemas biológicos. Dichas sustancias se denominan xenobióticos, y la síntesis y liberación al ambiente de los mismos se ha incrementado de manera notable en las últimas décadas.

Estos problemas también existen en Aguascalientes y en todo el país, lo que hace indispensable para la sociedad contar con profesionistas capaces de entender, en todos sus aspectos, los problemas generados por la presencia de sustancias tóxicas en el ambiente, así como proponer soluciones. Para ello, es necesario conocer los efectos de estos compuestos en el humano y en otros organismos, a nivel de los tejidos, órganos y sistemas afectados.

La toxicología es, por lo tanto, un campo del conocimiento vital para disminuir o aliviar los efectos nocivos derivados de la presencia de contaminantes en el ambiente. Esta disciplina también debe contribuir a la generación de tecnologías que eliminen o reduzcan la presencia de agentes tóxicos en los nuevos materiales que son liberados al ambiente por las industrias o por la actividad humana en general. Por otro lado, el desarrollo de tratamientos que disminuyan el efecto nocivo de los compuestos tóxicos en el organismo es un campo muy importante relacionado con la toxicología.

En el área de Toxicología del programa de la Maestría, se le ha dado énfasis a los siguientes temas:

a) Identificación y estudio de sustancias contaminantes en el ambiente.
b) Desarrollo de sistemas de remediación para la eliminación de contaminantes ambientales.
c) Estudio del efecto de los compuestos tóxicos en los diferentes procesos fisiológicos que ocurren en el humano y en otros animales.

d) Estudio de diversas estrategias que puedan reducir el daño causado al hombre, y a otros organismos, por los compuestos tóxicos presentes en el ambiente. Esto incluye el uso de tratamientos y agentes que puedan aliviar o revertir el daño causado por los tóxicos.
e) Uso de diversos organismos, sobre todo acuáticos, como marcadores de contaminación en el ambiente.

Biotecnología Vegetal y Toxicología en el contexto institucional

En la Universidad Autónoma de Aguascalientes, las disciplinas de la Biotecnología Vegetal y la Toxicología son desarrolladas por varios Cuerpos Académicos (Cuadro 1). Muchos de los miembros de estos Cuerpos forman, a su vez, la planta académica del programa de posgrado, y la gran mayoría de los trabajos de tesis de los estudiantes se han desarrollado dentro de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento.

Cuadro 1. Cuerpos académicos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes que trabajan de manera directa o indirecta en las áreas de la Biotecnología Vegetal o la Toxicología

CUERPO ACADÉMICO	LGAC
UAACA68-ALIMENTOS	Calidad e inocuidad alimentaria
	Conservación de alimentos
UAACA22-BIOINGENIERÍA Y TOXICOLOGÍA AMBIENTAL	Toxicología ambiental
	Bioingeniería ambiental
	Contaminación, deterioro e impacto ambiental
UAACA35-BIOQUÍMICA	Bioquímica vegetal
	Bioquímica animal
UAACA108-BIOTECNOLOGÍA VEGETAL	Biotecnología para la conservación y uso racional de los recursos vegetales
	Biotecnología para el mejoramiento de las plantas cultivadas

CUERPO ACADÉMICO	LGAC
UAACA20- ESTUDIO DE PROTEÍNAS EN SISTEMAS BIOLÓGICOS	Proteínas en la respuesta inmune
	Proteínas en la plasticidad y secreción neural
UAACA69-ESTUDIO INMUNOGENÉTICO, INMUNOPATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ENFERMEDADES	Inmunidad e inmunoparasitología
	Estudio de patógenos
UAACA2- MANEJO INTEGRADO DE AGROECOSISTEMAS	Conservación y manejo de recursos naturales
	Sistemas de producción
UAACA82-PRODUCCIÓN VEGETAL	Producción vegetal intensiva
UAACA106-QUÍMICA Y BIORREMEDIACIÓN	Biorremediación
	Química, organometálica y materiales
UAACA21-TOXICOLOGÍA BÁSICA Y AMBIENTAL	Evaluación de los efectos adversos producidos por xenobióticos en los sistemas biológicos
	Monitoreo de contaminantes ambientales y estudios de evaluación del riesgo e impacto ambiental

Biotecnología Vegetal y Toxicología en el contexto nacional

En cuanto a la situación actual de las disciplinas de la Biotecnología Vegetal y la Toxicología en el ámbito nacional, puede decirse lo siguiente: en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, mismo que se deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se definen los temas que son prioritarios para el desarrollo y la resolución de los problemas que afectan en mayor medida al país. En el tema medio ambiente, se establecen como prioridades, entre otras, la gestión integral del agua, la mitigación y adaptación al cambio climático y el aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad. En el tema desarrollo sustentable, una de las áreas prioritarias es la de los alimentos y su producción. En el tema desarrollo tecnológico, se consideran prioridades el desarrollo de la biotecnología, de la genómica y de los

nanomateriales y la nanotecnología. Finalmente, en el tema salud, es prioritaria la medicina preventiva y la atención de la salud. Todas las áreas del conocimiento antes mencionadas, y consideradas como prioridades para el desarrollo de la nación, son contempladas en el plan de estudios de la Maestría, algunas en el área terminal de Biotecnología Vegetal, otras en la de Toxicología, y algunas son tratadas por ambas áreas.

Referencias

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2014. Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2014-2018 [en línea], <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/631-3-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2014-2018/file>. [Consulta: 6 de febrero de 2018].

The Biotechnology Initiative. En <http://www.un.org/en/globalissues/biotechnology/index.shtml>. [Consulta: 3 de febrero de 2016].

Capítulo IV
Generaciones de la Maestría en Ciencias

José Francisco Morales Domínguez

La Maestría en Ciencias comenzó sus actividades en enero de 1994, pero un semestre antes se llevó a cabo un curso propedéutico, el cual sólo se implementó hasta la tercera generación. La finalidad de este curso era que los aspirantes tuvieran la pariedad de los conocimientos en la química, matemáticas y biología. Sin embargo, no implicaba que al tomar este curso el aspirante fuera seleccionado para ser alumno oficial de la maestría, sino que aún debería realizar el examen de admisión. Fue así que en enero de 1994 ingresó la primera generación de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, con un total de 11 alumnos inscritos, aunque posteriormente se dio uno de baja.

Primera generación (1994-1995)

En esta generación se tuvo 50% de mujeres y 50% de hombres (Fig. 1A). Los alumnos de esta generación contaban, en su mayoría, con trabajo dedicado a la docencia, lo que denotaba que la maestría era exclusiva para docentes. En

el semestre agosto-diciembre del mismo año, los alumnos tuvieron que elegir su área de estudio: 40% (4 estudiantes) para Biotecnología Vegetal y 60% (6 estudiantes) para el área de Toxicología (Fig. 1B). En ese mismo semestre se tuvo que elegir tutor para ambas áreas: para Biotecnología Vegetal entraron los maestros en Ciencias: Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch y Rafael Gutiérrez Campos (ahora doctores), y para el área de Toxicología: el doctor Luis Castillo Hernández y los maestros en Ciencias Francisco Flores Tena y Fernando Jaramillo Juárez (ahora doctores); en lo que respecta a tutores externos, éstos fueron: los doctores José Luis Reyes Sánchez y Mariano Cebrián García para el área de Toxicología, y para Biotecnología Vegetal: el doctor Edmundo Lozoya Gloria, del CINVESTAV-Irapuato. Los proyectos de tesis de esta primera generación y su tutor se muestran en el Cuadro 1.

Uno de los grandes logros de esta maestría fue que, a partir de la primera generación, se realizó la movilidad estudiantil a nivel nacional en el CINVESTAV-Irapuato con el alumno José Luis Moreno, y a nivel internacional, en España, con el alumno Enrique Villalobos.

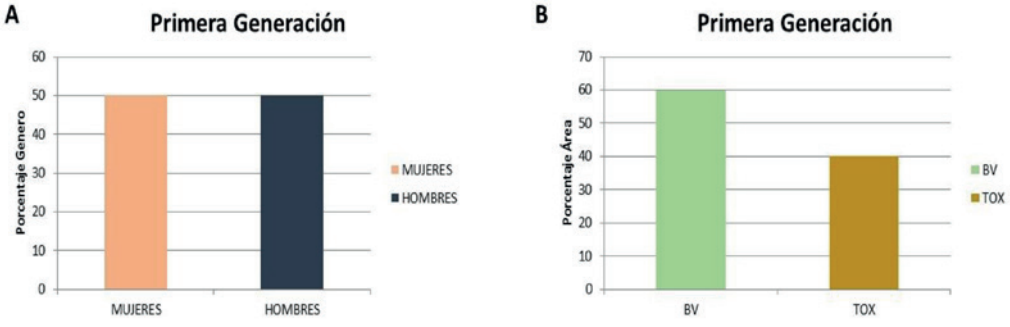


Figura 1. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio. A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 1. Estudiantes de la primera generación (1994-1995) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor.
*Egresados que siguieron con estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Alba Martínez Sergio	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Efectos inhibidores de la cistationina sobre proteasas virales en plantas transgénicas.	Biotecnología Vegetal
Ayala Ortiz José Guadalupe	Dr. Mariano Cebrián García M.C. Fernando Jaramillo Juárez	Estudio de nefrotoxicidad en poblaciones humanas expuestas al arsénico.	Toxicología
Cañedo Villa Blanca Olivia	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas para la micropropagación y embriogénesis somática del huizache (*A. farnesiana*)	Biotecnología Vegetal
*Jáuregui Rincón Juan	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Estudio para la optimización de un medio de cultivo para la producción de betaleínas utilizando RAIC.	Biotecnología Vegetal
*Martínez Saldaña Ma. Consolación	Dr. José Luis Reyes Sánchez	Estudio comparativo del efecto nefrotóxico del acetaminofén en la rata adulta y recién nacida.	Toxicología
Moreno Hernández Duque José Luis	Dr. Edmundo Lozoya Gloria	Estudio de la producción de fitoalexinas sesquiterpénicas en solanáceas y su efecto sobre varios hongos.	Biotecnología Vegetal
Morquecho Buendía Ofelia	M.C. Francisco Flores Tena	Determinación de la incorporación de plomo en diferentes etapas del crecimiento de dos especies forrajeras.	Toxicología
Muñoz Salas Edna Marisol	M.C. Francisco Flores Tena	Determinación de la incorporación de cromo en diferentes etapas del crecimiento de dos especies forrajeras.	Toxicología
Llamas Viramontes Javier	Dr. José Luis Reyes Sánchez M.C. Fernando Jaramillo Juárez	Estudio comparativo del efecto nefrotóxico del acetaminofén en la rata adulta y recién nacida.	Toxicología
Vázquez Copado Esther	Dr. Luis Castillo Hernández	Efecto del benceno sobre el reflejo monosináptico en el gato decorticado.	Toxicología
*Villalobos Amador Enrique	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Cultivo de tejidos y regeneración *in vitro* de especies de coníferas de importancia en México.	Biotecnología Vegetal

Egresados de la primera generación que siguieron con estudios de doctorado

Hubo tres egresados (30%) de esta generación que siguieron sus estudios de doctorado; éstos fueron: María Consolación Martínez, que estudió el Doctorado en Ciencias Biológicas, de la UAA, Juan Jáuregui Rincón, en la UNAM; ambos doctores laboran en la UAA. Y el doctor Enrique Villalobos, que hizo sus estudios de doctorado en la Universidad de Barcelona, España, y actualmente es profesor-investigador en la Universidad del Papaloapan, Campus Tuxtepec (UNPA), Oaxaca.

Reseña de Enrique Villalobos Amador

Fui parte de la primera generación de la maestría. El área de Biotecnología Vegetal fue fundada y liderada por el ingeniero bioquímico Hugo Lizalde Viramontes, decano del Centro Básico en ese entonces, quien creyó en el impacto que tendría en el futuro la biotecnología vegetal, y también por los maestros en Ciencias (ahora doctores) Eugenio Pérez Molphe-Balch y Rafael Gutiérrez Campos, quienes eran recién egresados del CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato.

Los doctores Pérez Molphe-Balch y Gutiérrez Campos trajeron a esta casa de estudios la biotecnología de plantas en las áreas del cultivo de células y tejidos vegetales, la ingeniería genética y la biología molecular de plantas, de las que surgieron los primeros trabajos de tesis.

Como estudiante de la primera generación, tuve la oportunidad de tener como compañeros a algunos que fueron mis profesores en la Licenciatura en Biología, junto a ellos aprendí y seguí en primera fila los primeros proyectos en esta área, como fueron la obtención de pigmentos betalaínas a través del cultivo de tejidos vegetales, la transformación genética de cítricos y la estrategia de obtención de plantas transgénicas resistentes a enfermedades virales por medio de la expresión de inhibidores de cistein proteasas, así como el surgimiento del banco de germoplasma *in vitro* de cactáceas mexicanas, por citar algunos ejemplos.

Los cursos básicos de la maestría fueron impartidos por los profesores Lizalde Viramontes, por ejemplo, química analítica e instrumental; Mol-

phe-Balch, con el tema interacción planta-suelo, y Gutiérrez Campos, con el tema topología de los ácidos nucleicos, entre otros.

Los cursos para el área de Biotecnología Vegetal se organizaban en módulos de tópicos selectos impartidos por doctores expertos en cada área y reconocidos a nivel nacional e internacional, por mencionar algunos: el doctor Miguel Ángel Gómez Lim, con el tema de maduración de frutos; la doctora June Kilpatrick Simpson Williamson, en el área de regulación genética; el doctor Rodolfo Marsch Moreno, con el tema de relación planta-bacteria, ingeniería genética y plásmidos, y la doctora Ana María Bailey Moreno, con el tema genes de patogenicidad, relación planta-hongo; y quienes nos enviaban gran cantidad de artículos científicos de investigación de punta, para leer y discutir en clase, siendo autores de muchos de ellos.

Durante ese periodo, salió la convocatoria de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) de intercambio América Latina-España, en la cual pude concursar, como estudiante de maestría, con estudiantes de todo el país, y salir seleccionado para la plaza ofertada por la Universidad de la Laguna, Tenerife, Islas Canarias, en la cual trabajé para el proyecto Ecofisiología del ecosistema relicto laurisilvo canario. Allí tuve la oportunidad de conocer y hablar sobre mi tema de tesis con una autoridad en el área del cultivo *in vitro* de coníferas: la doctora Carolina Martínez Pulido, quien trabajó con el doctor Trevor A. Thorpe en la Universidad de Calgary, Canadá.

La maestría me dio la oportunidad de trabajar en el rescate de coníferas mexicanas en peligro de extinción, empleando procesos biotecnológicos, los cuales sentaron las bases para mis futuros proyectos.

Finalmente, quiero expresar que los estudios de maestría, la estancia en las Islas Canarias, mi contratación como profesor asociado y como técnico en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales del doctor Eugenio Pérez Molphe-Balch, me abrirían poco más tarde la puerta a Europa, para mis estudios de Doctorado en Biología en la Universidad de Barcelona, a través de la Beca MUTIS, y mi contrato predoctoral del Ministerio de Educación Español, en el entonces Instituto de Biología Molecular de Barcelona (IBMB), perteneciente al Consejo Superior de Investigación Científica (CSIC).

Actualmente soy profesor-investigador titular A (desde 2010), adscrito al Instituto de Biotecnología. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV), de la Universidad del Papaloapan (UNPA), Campus Tuxtepec, Oaxaca,

México. Mis líneas de investigación son el cultivo de tejidos, regeneración *in vitro* y micropropagación de especies vegetales de importancia alimentaria, forestal y farmacológica del estado de Oaxaca y el estudio de enzimas transglutaminasas vegetales.

Segunda generación (1996-1997)

La segunda generación fue de un total de 13 alumnos inscritos, de los cuales, cerca de 50%, eran estudiantes recién egresados de la licenciatura y el otro porcentaje era de docentes con el deseo de seguir sus estudios de posgrado. 54% era del sexo femenino y 46% masculino (fig. 2A). 70% de alumnos se decidió por el área de Biotecnología Vegetal y 30% por Toxicología (fig. 2B).

En esta generación, se realizó la primera estancia de tiempo completo de un estudiante del área de Biotecnología Vegetal en el Departamento de Ingeniería Genética del CINVESTAV-IPN, Irapuato, bajo la tutoría de los doctores Miguel Ángel Gómez Lim y Rafael Gutiérrez Campos (UAA).

Como se puede observar en el Cuadro 2, en la parte de trabajo de tesis, en esta generación se iniciaron con los primeros experimentos para analizar la funcionalidad de algunos genes mediante la generación de plantas transgénicas a nivel laboratorio.

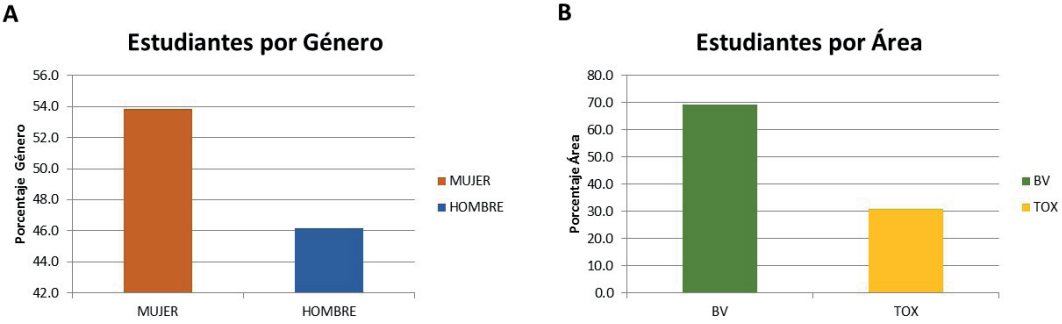


Figura 2. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 2. Estudiantes de la segunda generación (1996-1997) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor.
*Egresados que siguieron con estudios de doctorado.

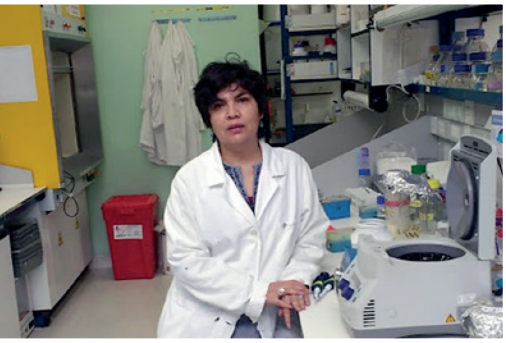
ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Becerra Flores Alicia	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Análisis de los mecanismos de inhibición del movimiento del TEV en plantas transgénicas.	Biotecnología Vegetal
*Becerra Torres Sergio Lucio	Dr. Luis Castillo Hernández	Efecto del 2-Nitropropano sobre la liberación espontánea y evocada de neurotransmisor en la unión neuromuscular de la rana.	Toxicología
Berni Medina Jorge Enrique	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Establecimiento de sistemas de cultivo y regeneración *in vitro* de cuatro genotipos del género *Allium* sp.	Biotecnología Vegetal
*Dávila Figueroa Carlos Antonio	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas de regeneración *in vitro* y transformación genética con *A. Rhizogenes* del naranjo.	Biotecnología Vegetal
*Delgadillo López María Otilia	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Análisis de la resistencia al virus del mosaico del Caupy en plantas transgénicas.	Biotecnología Vegetal
Gutiérrez Marfileño María Elena	Dr. Teódulo Quezada Tristán	Identificación y cuantificación de aflatoxina B1 y sus metabolitos en hígado y carne de pollo.	Toxicología
Jiménez Bassail Ana Lina	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Transformación genética de jitomate con un gen que codifica para el antígeno de superficie del virus del mosaico.	Toxicología
*Morales Domínguez José Francisco	Dr. Miguel Ángel Gómez Lim Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Construcción de un banco genómico y aislamiento del gen de la ACC oxidasa de papaya.	Biotecnología Vegetal
Pérez González Norma	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Establecimiento de sistemas de cultivo y propagación *in vitro* de cuatro genotipos del género *Allium* sp.	Biotecnología Vegetal

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
*Rodríguez Hernández Guillermo	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Enraizamiento *in vitro* de angiospermas y gimnospermas ledosas mediante el uso de *Agrobacteriumrhizogenes*.	Biotecnología Vegetal
Rodríguez Muñoz Irma Angélica	Dr. Luis Castillo Hernández	Incorporación de DDT e inducción del citocromo P450 en tejidos maternos y fetales durante la gestación, utilizando como modelo a la rata Wistar gestante.	Toxicología
Serna Pérez Arturo	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Transformación genética mediante *Agobacteriumrhizogene*s y regeneración *in vitro* de toronja y lima.	Biotecnología Vegetal
*Terrones Saldívar María del Carmen	M.C. Javier Llamas Viramontes	Relación entre el contenido total de citocromo P450 en placenta humana de término y niveles de DDT.	Toxicología

Egresados de la segunda generación que siguieron con estudios de doctorado

Como se muestra en el Cuadro 2, de la segunda generación, 6 egresados (46%) siguieron con sus estudios de doctorado; tres de ellos lo hicieron en el programa de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; uno en la Universidad de Barcelona, España (doctora Otilia), y dos en la Universidad de Colima (los doctores Francisco Morales y Guillermo Hernández). Actualmente, el doctor Francisco Morales y la doctora Ma. del Carmen Terrones laboran como investigadores en la UAA, mientras que el doctor Guillermo Rodríguez es profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, la doctora Otilia labora como auxiliar de investigación en el Centro Nacional de Biotecnología en Madrid, España, y los doctores Sergio Lucio Becerra Torres y Carlos Antonio Dávila Figueroa (quien también realizó un posdoctorado) laboran como docentes en otras instituciones.

Testimonio de María Otilia Delgadillo López



La Maestría en Ciencias en Biotecnología Vegetal ha sido un pilar fundamental en mi formación como investigadora en el área de biología molecular de plantas. El hecho de que la Maestría en Ciencias constara de dos fases bien definidas, tales como la básica-práctica y la investigación, fueron importantes en mi fututo. Durante la primera fase adquirí amplios conocimientos en las áreas de fisiología vegetal, bioquímica vegetal, interacción planta-patógeno (virus, bacterias, nematodos, hongos e insectos), cultivo de tejidos y técnicas en biología molecular, que fueron impartidos de manera magistral tanto por el doctor Rafael Gutiérrez Campos, como por el doctor Eugenio Pérez Molphe-Balch y los profesores visitantes del CINVESTAV-Irapuato. Esta formación y la presentación y discusión de publicaciones relacionadas con cada área de estudio que realicé durante la maestría, me ayudaron a desarrollar un sentido crítico fundamental en mi posterior carrera científica.

Para realizar la fase de investigación me incorporé al laboratorio del doctor Rafael Gutiérrez Campos, donde generamos plantas transgénicas de tabaco que expresaban el gen que codifica la proteína orizacistatina I, un inhibidor de las proteínasascistatinas, y demostramos que estas plantas presentaban resistencia a la infección contra el virus de la roña del ciruelo o Sharka (Plum-Pox Virus, PPV). Durante esta fase, hice una estancia en el laboratorio del profesor Juan Antonio García, del Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC), en Madrid, España, para realizar los análisis de resistencia a la infección contra este virus PPV en las plantas transgénicas que había generado, ya que hasta esa fecha no se había detectado la presencia del virus en México.

Gracias al trabajo realizado durante mi estancia, me incorporé al laboratorio del profesor Juan Antonio García, en el CNB-CSIC. Durante este tiempo, participé en varios proyectos nacionales e internacionales, cuyo objetivo era determinar los factores que regulan la interacción entre planta y virus, así como el silenciamiento por ARN, importante en el establecimiento de esta interacción, y los supresores de este silenciamiento, enfocando mi trabajo a determinar el papel

de la metilación de ADN dependiente del silenciamiento por ARN en este proceso. Este periodo de investigación dio lugar a 5 publicaciones en revistas de alto índice de impacto, entre las que destaca el trabajo donde determinamos por primera vez que la proteína NS1, una proteína no estructural del virus de la influenza de humanos, actúa como supresor del silenciamiento por ARN en plantas (Delgadillo *et al.*, 2004). Esta publicación fue considerada un *hot-off-the-press* en la revista *Microbiology Today* de la Sociedad Europea de Microbiología.

En 2008, me incorporé al grupo de investigación del doctor Enrique Rojo, en el CNB-CSIC, donde obtuve el título de doctora en Biología Molecular, por la Universidad Autónoma de Madrid, con la máxima calificación (Sobresaliente *Cum Laude*), defendiendo la tesis *Disección genética del transporte de proteínas a vacuolas*, publicada en la prestigiosa revista *Plant Cell* (Sauer *et al.*, 2014). En este laboratorio sigo desarrollando mi labor científica, liderando la caracterización funcional de 20 nuevos mutantes afectando en este importante proceso biológico.

Por lo anteriormente expuesto, agradezco y felicito al doctor Rafael Gutierrez y al doctor Eugenio Pérez Molphe por su dedicación y profesionalidad para mantener el alto nivel de calidad de la Maestría en Ciencias en el área de Biotecnología Vegetal.

Estancias durante la maestría: Laboratorio del Prof. Juan Antonio García, Departamento de Genética Molecular de Plantas del Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC), en Madrid, España.

Participación como ponente en el XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. “Evaluación de la resistencia al virus de la roña del ciruelo (PPV-R) en plantas de Nicotianabenthamiana transformadas con el gen de la orizacistatina I”. Querétaro, Querétaro, del 15 al 18 de julio de 2001.

Tercera generación (1998-1999)

La difusión tanto local como nacional que se le dio a nuestra maestría y debido a la importancia de las dos áreas de salida, generaron mayor interés de docentes y recién egresados procedentes de diferentes instituciones. Cabe mencionar que en esta generación se incrementó el número de docentes y estudiantes; una de estas posibles razones, tal vez, fue la exigencia de las autoridades de su

institución para que en su reingreso realizaran con un mayor nivel las tareas de docencia, investigación y vinculación, y de esta manera formar y consolidar cuerpos académicos.

El total de estudiantes en esta generación fue de 18, 61% de éstos fueron mujeres y 39% hombres (Fig. 3A). El 61% eligió el área de Biotecnología Vegetal y 39% Toxicología (Fig. 3B).

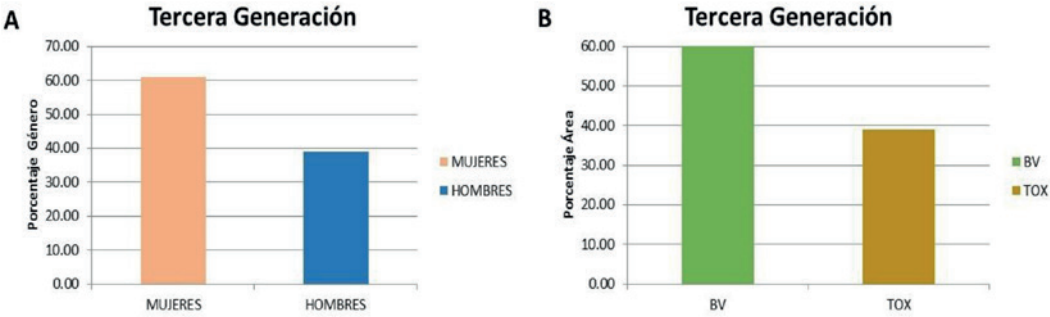


Figura 3. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 3. Estudiantes de la tercera generación (1998-1999) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor.
*Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Araiza Arvilla Guadalupe Javier	Dr. Roberto Rico Martínez	Efectos del plomo sobre la dinámica poblacional de cinco especies de rotíferos del género *lecane* en un microcosmos mantenido en el laboratorio.	Toxicología
Barba Ávila María de los Dolores	Dra. María Elena Siqueiros Delgado	Estudio de las relaciones filogenéticas del complejo Bouteloa hirsuta basado en el ITS (transcrito espaciador interno del ARN ribosomaloagula).	Biotecnología Vegetal
Campaña Salcido Alba Delia	Dr. Francisco Posadas del Río M.C. Fernando Jaramillo Juárez	Efecto de los insecticidas parátión y malatión en la coagulación sanguínea de la rata Wistar.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Castro Gallo Irma Adriana	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas para el cultivo y propagación *in vitro* de algunas especies mexicanas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal
Ceballos Salazar Rebeca	M.C. Ma. Consolación Martínez Saldaña	Evaluación de la inmunidad humoral y celular en la población infantil aledaña a jales mineros y considerados de alto riesgo por exposición a plomo, en el estado de Aguascalientes.	Toxicología
*Chávez Vela Norma Angélica	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas para regenerar *in vitro* y transformar genéticamente naranjo agrio (*Citrus aurantium*).	Biotecnología Vegetal
González Jiménez María de la Luz	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas de cultivo y propagación *in vitro* de agave *Victoriae-reginae*.	Biotecnología Vegetal
González López María Elena	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Análisis de las alteraciones pleiotrópicas transgénicas de *Arabidopsisthaliana* que expresan el gen de la Oryzasistatina I.	Biotecnología Vegetal
*Meza Rangel Ernestina	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas para el cultivo y propagación *in vitro* de algunas especies mexicanas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal
Núñez Plascencia Luis Alfonso	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Generación de raíces y plantas transgénicas de limón mexicano utilizando *Agrobacteriumrizogenes* que expresan genes del VTC.	Biotecnología Vegetal
Ojeda Gómez José	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Medición de los niveles de contaminación por cromo en homogeneizados de muestras zooplanctónicas, agua y sedimentos de la presa El Niágara, Aguascalientes, México.	Toxicología
*Pérez Legaspi Ignacio Alejandro	Dr. Roberto Rico Martínez	Desarrollo de pruebas de toxicidad aguda y crónica utilizando tres especies de rotíferos dulceacuícolas del género *lecane.*	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
*Pérez Martínez José de Jesús	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Análisis de la resistencia a TEV en plantas transgénicas que expresan el gen de la Cistatina C humana.	Biotecnología Vegetal
Reyes Franco María Celia	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Análisis de la resistencia a infecciones mixtas TEV-PVX en plantas transgénicas que expresan el gen de la Oryzacistatina I.	Biotecnología Vegetal
Rodríguez Ávalos José Alberto	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Establecimiento y cultivo *in vitro* de especies selectas de coníferas del norte de México con importancia forestal y económica.	Biotecnología Vegetal
*Rubio Franchini Isidoro	Dr. Roberto Rico Martínez	Estimación de los niveles de plomo en el zooplancton de la presa El Niágara, Aguascalientes, México.	Toxicología
Sánchez Rosas Aida Araceli	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Expresión del gen de la Oryzacistatina I en células de raíz transformada del limón mexicano (*Citrus aurantifolia*).	Biotecnología Vegetal
Valle Medina Liliana	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Estudio de ecotoxicidad en los ríos de la Huasteca Sur, San Luis Potosí, México.	Toxicología

Egresados de la tercera generación que siguieron con estudios de doctorado

Cinco egresados de la tercera generación (27.7%) siguieron con estudios de doctorado; cuatro de ellos en la UAA: la doctora Norma Chávez y la doctora Ernestina Meza, quienes actualmente laboran en la UAA; el doctor Legaspi trabaja como profesor e investigador en el Instituto Tecnológico de Boca del Río en Veracruz, México, y el doctor Rubio labora en el Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes (ISSEA). El doctor Jesús Pérez realizó su doctorado en España y actualmente está realizando un postdoctorado en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT).

Testimonio de Isidoro Rubio Franchini

Los resultados obtenidos de la tesis de maestría sirvieron de soporte para el desarrollo de la tesis de doctorado. El trabajo académico y de campo desarrollados durante la maestría me permitieron aplicar habilidades y conocimientos para el trabajo que realizo en el Laboratorio Estatal de Salud Pública del ISSEA, en el estado de Aguascalientes, pues soy el químico responsable de las áreas de instrumentación I y II; cabe mencionar que el laboratorio es el tercero autorizado por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y por la Comisión de Control Analítico y Ampliación de Cobertura (CCAyAC), organismos rectores de la Secretaría de Salud de Aguascalientes. Además, somos un laboratorio de referencia para la zona centro-norte del país, ya que damos soporte y asesoría para la determinación de metales pesados en agua y alimentos a otros laboratorios estatales.

Participamos en pruebas interlaboratorios a nivel internacional y nacional, por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), Centro Nacional de Metrología (CENAM), y la CCAyAC, lo que nos permite asegurar la validez de las pruebas y resultados emitidos por el Laboratorio Estatal de Salud Pública (LESP).

La Maestría en Ciencias me permitió, posteriormente, ingresar en el programa de Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA, del que formé parte de la primera generación, durante el periodo 2005-2008.

Actualmente, ocupo la plaza de químico jefe de sección en el LESP, y pertenezco al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT, nivel I.

Cuarta generación (2000-2001)

En esta cuarta generación ingresaron un total de 14 alumnos, de los cuales fueron 36% mujeres y 64% hombres. A diferencia de la generación pasada, en ésta se incrementó el número de estudiantes recién egresados de la licenciatura, pero aún se contó con algunos profesores de la UAA como estudiantes (Fig. 4A). Del total de estos alumnos, 57% seleccionó Toxicología, mientras que 43% Biotecnología Vegetal (Fig. 4B).

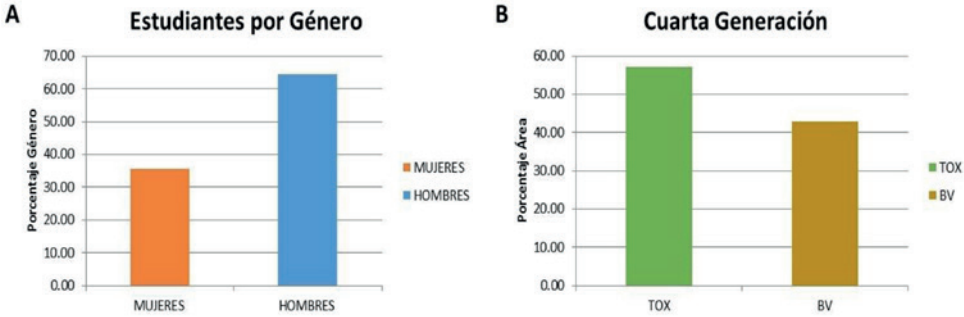


Figura 4. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 4. Estudiantes de la cuarta generación (2000-2001) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Alférez Chávez Jorge Martín	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Determinación de la susceptibilidad a la transformación genética con *A. rhizogenes* y cultivo de raíces transformadas de diferentes variedades de chile (*Capsicum annum).*	Biotecnología Vegetal
*Chávez Ortiz Lucía Isabel	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Generación de raíces y plantas de naranjo agrio y naranjo dulce transformadas con genes que podrían conferir resistencia al virus de la tristeza de los cítricos.	Biotecnología Vegetal
Dávila Delgado José Luis	Dr. Francisco J. Avelar González	Enriquecimiento con bioflóculos de lagunas de estabilización facultativas y evaluación de su capacidad para remover materia orgánica y anilina	Toxicología
*Dondiego Aldape J. Refugio	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Hiperexpresión del gen de la cistatina C humana en sistemas bacterianos y producción de anticuerpos.	Biotecnología Vegetal

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Flores Sánchez Elda	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Evaluación del riesgo a la salud por exposición al arsénico, a través del agua de bebida, en las comunidades ubicadas en el límite interestatal de Aguascalientes y Zacatecas.	Toxicología
González Díaz Martha Cristina	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Generación y cultivo de raíces transformadas de varias especies de cactáceas mexicanas.	Biotecnología Vegetal
Guzmán Bernardo Gil	M. C. José Luis Hernández Duque	Evaluación *in vitro* del efecto de diferentes metabolitos secundarios sobre el desarrollo de patógenos del agave azul.	Biotecnología Vegetal
Hernández Rodríguez Miguel Ángel	Dr. Roberto Rico Martínez	Estimación de la toxicidad aguda y subcrónica en aguas superficiales y descargas agrícolas e industriales en el estado de Aguascalientes, mediante el uso de pruebas toxicológicas con invertebrados dulceacuícolas.	Toxicología
Martínez Esparza Adriana del Carmen	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Distribución de las concentraciones de arsénico en el agua potable de la región aledaña a la zona minera Real de Ángeles.	Toxicología
Muñoz Guzmán Edgar Ahmed	Dr. Francisco J. Avelar González	Estudio sobre los principales mecanismos de remoción implicados en la depuración de materia orgánica común y compuestos aromáticos, empleando lagunas de estabilización facultativas enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
Pérez Gallegos Juan Gabriel	Dr. Javier Llamas Viramontes	Prevalencia de fluorosis y caries dental en poblaciones infantiles con diferentes niveles de exposición a hidrofluoruros.	Toxicología
Prado García Héctor	Dr. Fernando Jaramillo Juárrez Dr. Frncisco Javier Avelar González	Óxido nítrico probable biomarcador de toxicidad aguda por plomo.	Toxicología
*Ramos Gómez Magdalena Samantha	Dr. Francisco J. Avelar González	Remoción de compuestos fenólicos en lagunas de estabilización facultativas enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
*Retes Pruneda José Luis	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas de micropropagación para diez especies mexicanas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal

Egresados de la cuarta generación que siguieron con estudios de doctorado

Fueron cuatro egresados de esta cuarta generación, o sea 28.6%, quienes siguieron con sus estudios de doctorado. Todos ellos los realizaron en la UAA. Actualmente, las doctoras Lucia Chávez Ortiz y Samantha Ramos Gómez laboran en la UAA, mientras que los doctores Dondiego y Retes laboran en instituciones gubernamentales.

Testimonio de José Luis Retes Pruneda

Es excelente el nivel de los catedráticos que nos impartieron materias y tópicos. Se formó un buen grupo de trabajo y apoyo con los compañeros de generación. Fue buena la disponibilidad de los equipos y materiales para trabajar en laboratorio. Fue una experiencia enriquecedora elaborar el proyecto, llevar a cabo el trabajo de investigación y la redacción de la tesis, bajo la tutoría del doctor Eugenio Pérez Molphe-Balch. Fue muy satisfactorio obtener buenos resultados con el trabajo de investigación, y que posteriormente haya sido publicado en una revista científica.

En mi trabajo de tesis se estudiaron especies de cactáceas que están incluidas en las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, normatividad que actualmente aplico en mi trabajo.

Tener el grado de maestría fue un factor importante para ingresar al Doctorado en Ciencias. También, tener el nivel de estudios de un posgrado como la Maestría en Ciencias, tiene un valor extra al momento de concursar una plaza de confianza en una dependencia como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), donde actualmente laboro, y que pertenece a la Administración Pública Federal.

Situación laboral actual: Jefe de Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental en la Delegación Federal en Aguascalientes de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Publicación de la tesis: el trabajo de tesis fue publicado en el Boletín de la Sociedad Botánica de México 81: 7-16 (2007) (envío anexo el artículo).

Participación en estancias, congresos, simposios, cursos fuera de la UAA:

V Congreso de la Asociación Mesoamericana de Ecotoxicología y Química Ambiental (AMEQA – SETAC). Cartel: "Tratamiento de vinaza mezcalera con un proceso fisicoquímico y de biorremediación". Aguascalientes, Ags., 23-28 de julio de 2012.

XIII Foro Regional de Vinculación. Región Centro-Occidente de la ANUIES. Tercer Lugar en el Concurso de Proyectos de Innovación y Desarrollo Tecnológico Nivel Posgrado. Guadalajara, Jal., 28 y 29 de septiembre de 2011.

XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería. Cartel: "Alta remoción de DBO y DQO en vinazas tequileras usando tratamiento fisicoquímico y hongos ligninolíticos". Juriquilla, Querétaro, 19-24 de junio de 2011.

VII Encuentro Latinoamericano y del Caribe sobre Biotecnología Agropecuaria. REDBIO México 2010. Presentación oral: "Hongos capaces de decolorar y biodegradar vinazas tequileras sin diluir". Guadalajara, Jalisco, 1-5 de noviembre de 2010.

Quinta generación (2002-2003)

En la quinta generación hubo un total de 13 alumnos: 41.6% fue de mujeres y 58.3% hombres (Fig. 5A). El porcentaje de alumnos que se decidieron por el área de Biotecnología Vegetal fue 23.1%, mientras que 76.9% por Toxicología (Fig. 5B). Un dato importante sobre esta generación fue el hecho de contar con estudiantes de los estados de Guerrero, Veracruz y Puebla, lo cual daba inicio a una mayor proyección de nuestro posgrado en el país.

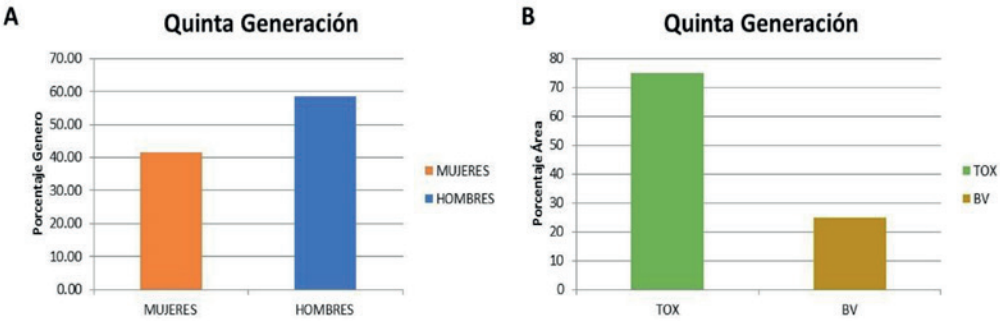


Figura 5. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 5. Estudiantes de la quinta generación (2002-2003) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Esparza Arburua Aurora	Dr. Francisco Javier Avelar González	Estudio comparativo entre riñones humanos sanos y disfuncionales, con respecto a la acumulación de plomo, cadmio y níquel.	Toxicología
*Guzmán Colis Guilda	Dr. Francisco Javier Avelar González	Remoción de materia orgánica común y tóxicos orgánicos empleando lagunas de estabilización a escala real, enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
*Hernández Flores Saraí	Dr. Roberto Rico Martínez	Desarrollo de una prueba de toxicidad por exposición crónica a cinco tóxicos que inhiben la tasa intrínseca de crecimiento del rotífero dulceacuícola *Lecanequadridentata*.	Toxicología
Muñoz Andrade José Gonzalo	Dr. Francisco Javier Avelar González	Remoción de arsénico y mercurio en lagunas de estabilización enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
*Prieto Contreras Luis Fernando	Dr. Francisco Javier Avelar González	Remoción de cadmio y cromo en lagunas de estabilización enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
*Santos Medrano Gustavo Emilio	Dr. Roberto Rico Martínez	Desarrollo de una prueba toxicológica que mide la inhibición de la acetilcolinesterasa en el rotífero *Lecanequadridentata*.	Toxicología
*Torres Bernal Beatriz Eugenia	Dr. Francisco Javier Avelar González	Frecuencia de aparición de indicadores de disfunción renal en poblaciones infantiles expuestas a metales pesados en el agua de consumo.	Toxicología
*Torres Guzmán Félix	Dr. Roberto Rico Martínez	Estudio preliminar de la contaminación con metales (Pb, Hg, As, Cr y Al), descargas biológicas y parámetros fisicoquímicos en la laguna de Puerto Marqués, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, México.	Toxicología
Velázquez Rojas César Alberto	Dr. Roberto Rico Martínez	Desarrollo de una prueba toxicológica que mide la inhibición de la ingestión en tres especies de cladóceros dulceacuícolas.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Zavala Cuevas Diana	Dr. Francisco Javier Avelar González	Remoción de plomo, cadmio y arsénico en lagunas de estabilización enriquecidas con bioflóculos (escala real).	Toxicología
Laura Ma. de Lourdes de la Rosa Carrillo	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de sistemas biotecnológicos para la propagación y conservación de especies del género *Turbinicarpus* (*Cactaceae*)	Biotecnología Vegetal
*Manuel Salvador Domínguez Rosales	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Micropropagación de seis especies del género *Turbinicarpus* y análisis de la variabilidad genética de once especies con marcadores moleculares.	Biotecnología Vegetal
Jorge Soria Cruz	Dra. Nora Lilia Vasco Méndez	Caracterización bioquímica y de minerales de fruto y semillas de selecciones de guayaba (*Psidiumguajava*L.) del estado de Aguascalientes.	Biotecnología Vegetal

Egresados de la quinta generación que siguieron con estudios de doctorado

Fueron siete egresados de la quinta generación (53.8%) los que siguieron con estudios de doctorado. Todos ellos lo realizaron en el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA. Actualmente, la doctora Guzmán Colis y el doctor Santos Medrano laboran en la UAA; los doctores Torres Guzmán y Domínguez Rosales laboran en la Universidad de Guerrero, y actualmente Hernández Flores estudia el doctorado en la UAA.

Testimonio de Gustavo Emilio Santos Medrano

Mi nombre es Gustavo Emilio Santos Medrano, egresé como biólogo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Realicé un trabajo de tesis relacionado con efectos tóxicos en diferentes especies de cladóceros, a partir de este proyecto inició mi interés por la investigación.

Para tener una mejor preparación dentro de la investigación, ingresé a la Maestría en Ciencias, en el área de Toxicología, de la UAA. Durante los cursos del posgrado, se presentaron momentos difíciles cuando teníamos profesores provenientes de otras universidades y nos entregaban alrededor de treinta artículos para leer y discutir en tres días, en ocasiones llegábamos a tener módulos con dos investigadores externos en una semana, para esto también teníamos prácticas de laboratorio que llegaban a durar hasta ocho horas e, incluso, teníamos que asistir los fines de semana, además de todo esto debíamos entregar tareas, realizar investigaciones bibliográficas y trabajar en la tesis. Sin embargo, aunque era estresante la acumulación del trabajo, los profesores tanto internos como externos siempre mostraron su apoyo hacia nosotros y nos daban recomendaciones sobre el desarrollo de nuestros proyectos.

Mi proyecto de tesis de maestría consistió en pruebas de toxicidad aguda, crónica y subletal con los organismos *Daphniamagna* y *Lecanequadridentata* con muestras del cauce del Río San Pedro. El examen de grado lo presenté el 16 de junio del 2006 y los sinodales fueron los doctores Francisco José Flores Tena y Roberto Rico Martínez (tutor), así como la doctora Elsa Marcela Ramírez López. Al término de la maestría, mi tutor y yo nos dedicamos a escribir el manuscrito derivado del trabajo de tesis que fue publicado en el 2007 en la revista *Journal of Environmental Science and Health Part A* (indexada en el Journal Citation Reports), con el título “Determination of Toxicity Levels in the San Pedro River Watershed, Aguascalientes, México”. Mi paso por la maestría me dejó muy claro que para obtener un resultado de calidad se debe tener interés, paciencia y dedicación. Este posgrado me preparó más y decidí ingresar al Doctorado en Ciencias de la UAA. Actualmente laboro como auxiliar de investigación en el área de toxicología acuática en la UAA y soy candidato del SNI.

Sexta generación (2004-2006), empezó en agosto del 2004

A partir de la sexta generación, el ingreso a la maestría fue en el mes de agosto en lugar de enero. Este cambio fue con el propósito de compartir cursos y prácticas de laboratorio con los estudiantes del Doctorado en Ciencias Biológicas del Centro de Ciencias, principalmente con la modalidad directa. Hasta la fecha se sigue con ingresos a la maestría en este mes. Ingresaron 14 estudiantes, de los cuales 69.23% fue mujeres y 30.77% hombres (Fig. 6A). El 61.54% prefirió el área de Toxicología, mientras que 38.46% Biotecnología Vegetal (Fig. 6B).

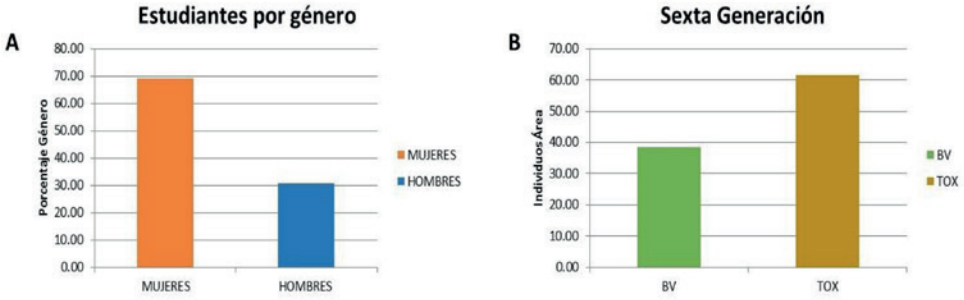


Figura 6. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 6. Estudiantes de la sexta generación (2004-2006) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Aguilar Sánchez Janet	Dr. Francisco Javier Avelar González	Remoción de plomo y de mezclas de cadmio, mercurio, cromo y arsénico en lagunas de estabilización enriquecidas con bioflóculos.	Toxicología
Aranda Delgado Adela	Dra. Elsa Marcela Ramírez López	Degradación biológica de compuestos orgánicos e inorgánicos volátiles por biofiltración.	Toxicología
Aranda Lira María Montserrat	Dr. Luis Castillo Hernández	Efecto de la intoxicación subcrónica con fosfuro de zinc sobre la función neuromuscular en la rata.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
*Chávez Morales Rosa María	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Análisis del efecto del *Ginkgo biloba* sobre el daño hepático y renal producido por el teracloruro de carbono.	Toxicología
*Esparza Araiza Mayra Janeth	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Establecimiento de metodologías para la generación y cultivo de raíces transformadas de varios genotipos del género *Opuntia* y estudio de las respuestas morfogénicas de las mismas.	Biotecnología Vegetal
*Galván Márquez Imelda de Jesús	M. C. José Luis Moreno Hernández Duque	Caracterización preliminar de la fracción del extracto de *Chimaphilaumbellata* con actividad antifúngica.	Biotecnología Vegetal
*Garcidueñas Piña Cristina	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Expresión de una a-Expansina de guayaba (*Psidiumguajava* L.) en sistemas bacterianos.	Biotecnología Vegetal
Hernández Barnum Nilton	Dr. Juan Jáuregui Rincón	Establecimiento de la cinética de crecimiento de raíces transformadas de *Licopersicumesculentum* por medio de un sistema de infección con *A. rhizogenes* en un biorreactor “air-lift”.	Biotecnología Vegetal
López Baltazar Jenniffer	Dr. Francisco Javier Avelar González	Estudio de la concentración de contaminantes del cauce del Río San Pedro.	Toxicología
Martínez Guerrero Romelia	Dr. Francisco Javier Avelar González Dra. Alma Lilián Guerrero Barrera	Estudio de la concentración de contaminantes orgánicos, inorgánicos y biológicos en lixiviados del relleno sanitario San Nicolás y en agua de pozos aledaños.	Toxicología
Mora Silva Mónica	Dr. Francisco Javier Avelar González	Determinación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en suelo y sedimentos del cauce del Río San Pedro.	Toxicología
Olmos Guerrero Carlos Eduardo	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Análisis del efecto de la vitamina E sobre el daño hepático y renal producido por el cromo.	Toxicología
*Plancarte de la Torre Marco Miguel	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Estudio de los parámetros que afectan la transformación genética de portainjertos de cítricos mediada por *Agrobacteriumrhizogenes*.	Biotecnología Vegetal
*Rodríguez Núñez Juan de la Cruz	Dr. Rafael Gutiérrez Campos	Estudio sobre las concentraciones de aluminio, cromo y plomo en sangre de pacientes que acuden a consulta externa del Hospital Hidalgo, y su posible relación con la premutación del gen FMR-1.	Toxicología

Egresados de la sexta generación que siguieron con estudios de doctorado

Fueron seis egresados de esta generación, que es equivalente a 42.85%, los que siguieron con sus estudios de doctorado. Tres de ellos lo realizaron en el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA: la doctora Cristina Garcidueñas Piña, que actualmente labora en la UAA y es candidata al SNI; la doctora Rosa María Chávez Morales, quien actualmente es profesora e investigadora de tiempo completo en la UAA; y Juan de la Cruz Dr. Rodríguez Núñez. El Dr. Marco Miguel Plancarte de la Torre, realizó sus estudios de doctorado en el CINVESTAV-Irapuato y actualmente está realizando un posdoctorado; Imelda de Jesús Galván Márquez realizó sus estudios de doctorado en Canadá, y la doctora Mayra Janeth Esparza Araiza realizó sus estudios de doctorado en el IPICYT.

Testimonio de Cristina Garcidueñas Piña

Soy Cristina Garcidueñas Piña, egresada de la Maestría en Ciencias, en el área de Biotecnología Vegetal. Como química farmacobióloga, me había desarrollado profesionalmente en los campos de la investigación como auxiliar en el CINVESTAV y la docencia en la UAA, aspectos en los que planeaba continuar involucrada, por lo que consideré que para tener más que aportar, era necesario realizar un posgrado. Así que ingresé a los cursos de la maestría en enero del 2004, dedicando gran parte de mi energía para aprender lo más posible. Y sí, aprendí mucho, aunque tuve que redoblar esfuerzos porque, como muchas mujeres, tenía que cuidar de mis hijos, que en ese tiempo eran pequeños. Entre cursos de intensos a más intensos, tuve oportunidad de ampliar mis conocimientos de bioquímica, análisis instrumental, biotecnología y fisiología vegetal. En el 2005 me incorporé al Laboratorio de Biología molecular de plantas de la UAA, para realizar mi trabajo de tesis que se tituló “Sobreexpresión de una alfa expansina de guayaba en sistemas bacterianos”, bajo la asesoría de los doctores Francisco Morales Domínguez,

Rafael Gutiérrez Campos y Ángel Alpuche Solís. Con respecto al último investigador del IPICYT, realicé una estancia en su laboratorio para cumplir con una parte de los objetivos. Participé con mi trabajo de tesis en el XXVI Congreso Nacional de Bioquímica y en el entonces Congreso Estatal de Investigación en el Postgrado de la UAA, que más tarde se convertiría en internacional. Obtuve el grado en mayo del 2006 y esto me ha permitido seguir desempañándome en la investigación y en la docencia. Actualmente, soy profesora numeraria parcial en el Departamento de Fisiología y Farmacología de la UAA; en el 2016 obtuve el grado de doctora en Ciencias Biológicas y recién me aceptaron como candidata al SNI.

Séptima generación (2006-2008)

En esta séptima generación se recibió al primer estudiante extranjero (España), lo cual fue muy valioso para el posgrado, ya que de alguna manera se empezaba con la proyección a nivel internacional. Solamente 10 estudiantes ingresaron a la maestría: 80% mujeres y 20% hombres (Fig. 7A), además, 70% seleccionó Toxicología y 30% Biotecnología Vegetal (Fig. 7B).

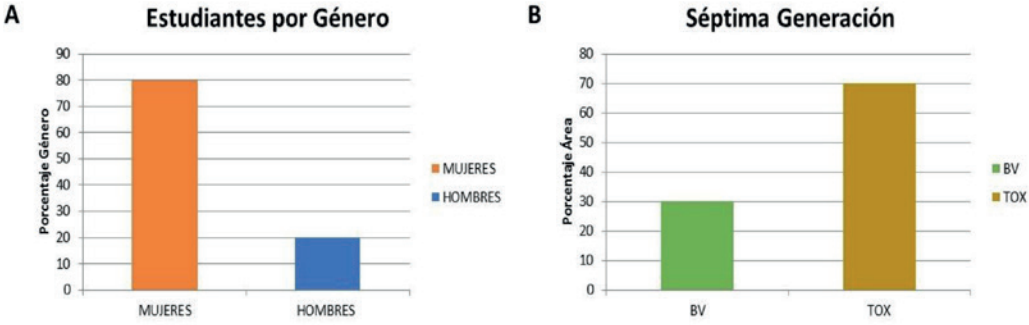


Figura 7. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 7. Estudiantes de la séptima generación (2006-2008) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Camacho Ramírez Esther María	Dr. Francisco A. Posadas del Río	Daño hepático y alteraciones de la coagulación sanguínea producidas por el malatión-Efecto del *Ginkgo biloba*.	Toxicología
Cervantes Luévano Karla Evelia	Dr. Francisco J. Avelar González	Nefrotóxicos ambientales en comunidades con alto índice de enfermedad renal crónica, en el estado de Aguascalientes.	Toxicología
Flores Vera Gabriela	Dra. Iliana E. Medina Ramírez	Degradación fotocatalítica de metanol, isopropanol y benceno en solución acuosa.	Toxicología
Medina López Verónica	Dr. Francisco J. Avelar González	Indicadores de exposición y efectos de nefrotóxicos ambientales en comunidades con alto índice de enfermedad renal crónica, en el estado de Aguascalientes.	Toxicología
*Mendoza Elvia Cristina	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Análisis del efecto de la N-acetilcisteína sobre la toxicidad renal y hepática producida por el cromo.	Toxicología
Morales Muñoz Carlos Francisco	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Micropropagación de Nolináceas.	Biotecnología Vegetal
*Quiñones Valles César	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Identificación de genes que codifican para expansinas en tres especies de hongos.	Biotecnología Vegetal
Reyes Echeverría María Cruz	Dr. Andrés Quintanar Stephano	Estudio de la toxicidad de Poli 1 y sus efectos sobre el sistema inmune.	Toxicología
Torrescano Ochoa Rosa Emilia	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Estudio de la toxicidad renal y hepática del glifosato-Efecto de la quercetina.	Toxicología
*Valle Rodríguez Claudia Montserrat	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Uso de marcadores moleculares para analizar diversidad genética en poblaciones de laurel silvestre (*Litseaglaucenses*).	Biotecnología Vegetal

Egresados de la séptima generación que siguieron con estudios de doctorado

Fueron tres egresados de esta generación, que son 30%, los que siguieron con estudios de doctorado. Dos de ellos lo realizaron en el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA: Claudia Montserrat Valle Rodríguez, que actualmente labora en el Departamento de Biología de la UAA, y Elvia Cristina Mendoza, quien trabaja como técnico laboratorista en el ISSEA, en el Departamento de Control Ambiental del Laboratorio Estatal de Salud Pública en el estado de Aguascalientes. Mientras que César Quiñones Valles realizó sus estudios de doctorado en el CINVESTAV-Monterrey y actualmente realiza una estancia posdoctoral.

Testimonio de Elvia Cristina Mendoza

La oportunidad de estudiar la maestría me implicó renunciar a un trabajo bien remunerado y al estatus dentro del mismo. El primer semestre, durante mis estudios de la maestría, resultó un cambio completo dentro de mi rutina habitual: tenía que ausentarme todo el día de casa y regresar por la noche; además, realizar tareas, estudiar y otras actividades propias de un estudiante, por las noches y fines de semana. Todo esto implicó limitar el tiempo que le dedicaba a mi hijo de 2 años y a mi esposo. Durante mi estancia en la maestría impartí una conferencia (2008) a alumnos del noveno semestre de la Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Aguascalientes, asistí al Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas (2008) de la Sociedad Mexicana Ciencias Fisiológicas, A. C., celebrado en Mérida, Yucatán, donde presenté mi trabajo de tesis.

Como egresada, impartí una conferencia magistral en el Ciclo de Seminarios de la Maestría en Ciencias, áreas Biotecnología Vegetal y Toxicología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes en diciembre del 2017.

En cuanto al campo laboral, tener un grado más de estudios me motivó a buscar la oportunidad de trabajo dentro y fuera de mi estado. Debido a la alta competitividad, las ofertas fueron pocas, pero gracias a las referencias previas en mi anterior trabajo pude regresar allí, aunque con menor sueldo. En 2009 gané una base federal de técnico laboratorista en el Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes. Un año más tarde, y gracias a que tenía el título de maestría, me ofrecieron el Encargo de la Subdirección del Centro Estatal de Transfusión Sanguínea, puesto que ocupé por seis meses. Posteriormente, estuve coordinando el proyecto Reducción de la exposición laboral por el uso de plaguicidas (PRELUP), por año y medio, hasta que ingresé al Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA. En 2016 obtuve el título de doctora en Ciencias Biológicas, con énfasis en las áreas Fisiología y Toxicología. Respecto a las cuestiones de investigación, he apoyado a un estudiante de licenciatura en su tesina, una estudiante de maestría y un estudiante de doctorado. He sido invitada como docente a las dos generaciones del Diplomado en Medicina Transfusional del ISSEA y he tenido la oportunidad de presentar mi trabajo en diferentes foros y seminarios.

Actualmente estoy trabajando como técnico laboratorista de base en el ISSEA en el Departamento de Control Ambiental del Laboratorio Estatal de Salud Pública, en el estado de Aguascalientes. En este departamento he tenido la oportunidad de realizar análisis de aguas para determinar metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, así como determinar plaguicidas en alimentos por medio de cromatografía de gases acoplada a masas y cromatografía de gases con detector de nitrógeno-fósforo y detector de captura de electrones.

Octava generación (2008-2010)

A la octava genereación ingresaron un total de 20 estudiantes, de éstos, 60% fue mujeres y 40% hombres (Fig. 8A). Para esta generación fue equitativa la preferencia de los estudiantes sobre el área de estudio, ya que en ambas áreas fue 50% cada una (Fig. 8B).

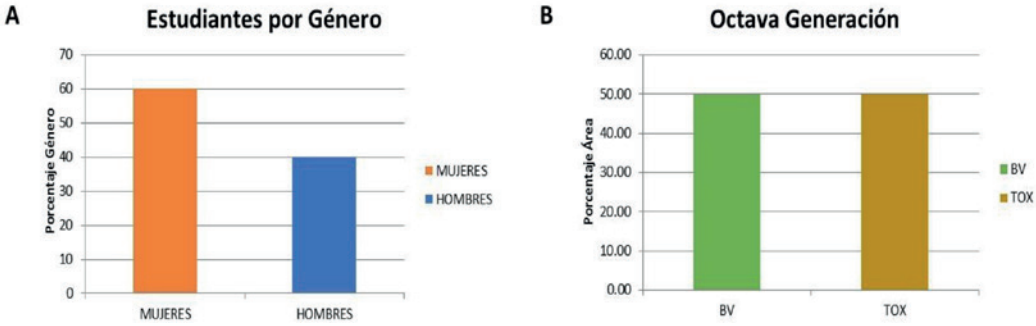


Figura 8. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 8. Estudiantes de la octava generación (2008-2010) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Ávalos Esparza Rebeca Elena	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Cultivo y propagación masiva *in vitro* de cactáceas del género *Hylocereus*.	Biotecnología Vegetal
*Contreras Ovalle Noé Israel	Dr. Fidel Guevara Lara	Caracterización química y funcional de pigmentos y fitoquímicos del fruto del xoconostle (*Opuntia ssp*).	Biotecnología Vegetal
*Hurtado Mercado Alma Delia	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Hibridación somática de cítricos agrios para incorporar resistencia a factores bióticos.	Biotecnología Vegetal
*Herrera Martínez Virginia	Dr. Francisco Morales Domínguez	Construcción de un banco genómico de guayaba y estudio de genes relacionados con la maduración del fruto.	Biotecnología Vegetal
*Mata Pérez María Guadalupe	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Establecimiento y desarrollo inicial en suelo de plantas generadas *in vitro* de especies de interés forestal (*Litseaglaucescens* y *Quercus spp*).	Biotecnología Vegetal
*Palomeque Carlín Alejandra	Dra. Ma. Elena Siqueiros Delgado	Variación genética de las poblaciones de *Boutelouacurtipendula* (*Chloridoideagramineae*).	Biotecnología Vegetal
*Pérez Téllez Dulce María Diana	Dr. Fidel Guevara Lara	Caracterización química y funcional de los componentes sacarídicos del huitlacoche (*Ustilagomaydis-Zea mays*).	Biotecnología Vegetal

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
*Reyes Silva Alberto Isaac	Dr. Francisco Morales Domínguez	Identificación y análisis de la expresión de cDNA relacionados con la maduración de frutos en guayaba.	Biotecnología Vegetal
*Torres García Becky Eunice	Dr. Fidel Guevara Lara	Análisis de componentes químicos funcionales de semillas de frijol común (*Phaseolusvulgaris*) y la generación de plantas *in vitro*.	Biotecnología Vegetal
*Zaragoza Monroy Aldo Raúl	Dr. Fidel Guevara Lara	Caracterización química y funcional de compuestos fenólicos del huitlacoche (*Ustilagomaydis-Zea mays*).	Biotecnología Vegetal
Alba Martínez José Ulises	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Daño hepático y alteraciones de la coagulación sanguínea producidas por el herbicida glifosato-Efecto de la vitamina E.	Toxicología
*Alvarado Flores Jesús	Dr. Roberto Rico Martínez	Estudios de diferentes aspectos de la bioacumulación de plomo en Rotíferos.	Toxicología
García Portillo Víctor Daniel	Dr. Francisco J. Avelar González	Inmovilización de metales pesados en sedimentos contaminados del Río San Pedro.	Toxicología
*Garza León Carlos Vicente	Dra. Ileana E. Medina Ramírez	Identificación de productos farmacéuticos como posibles contaminantes del agua.	Toxicología
Gutiérrez Cervantes Anahí	Dr. Francisco J. Avelar González	Optimización de biosólidos en la inmovilización de metales pesados en jales mineros.	Toxicología
González Esquivel Aarón Emmanuel	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Análisis de la toxicidad renal producida por el níquel-Efecto de la quercetina.	Toxicología
*López Gutiérrez Luis Fernando	Dr. Roberto Rico Martínez	Uso de *Cyprinotusincongruens* (Ostracoda) para implementar pruebas de toxicidad aguda usando tres metales.	Toxicología
Montoya Castillo Sandra Margarita	Dr. Francisco J. Avelar González	Caracterización fisicoquímica y tratabilidad del influente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del PIVA.	Toxicología
Maldonado Godina Araceli Marta	Dr. Martín Gerardo Rodríguez	Caracterización de los efectos cardiovasculares del fluido celómico de la lombriz de tierra *Eiseniafoetida*.	Toxicología
Santos Martell Diana Marcela	Dr. Roberto Rico Martínez	Estudio de la influencia de parámetros fisicoquímicos selectos en la toxicidad por exposición a plomo en el rotífero *Lecanequadridentata*.	Toxicología

Egresados de la octava generación que siguieron con estudios de doctorado

De la octava generación, 12 egresados (60%) siguieron con estudios de doctorado. Todos ellos lo realizaron en el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA: Alma Delia Hurtado Mercado, María Guadalupe Mata Pérez, Luis Fernando López Gutiérrez, Noé Israel Contreras Ovalle y Becky Eunice Torres García (todos están en procesos de titulación). Actualmente, Noé y Becky laboran como profesores e investigadores en la Universidad Politécnica de Zacatecas, en Fresnillo. La doctora Virginia Herrera Martínez, por el momento, se encuentra en año sabático, mientras que las doctoras Alejandra Palomeque Carlín y Dulce María Diana Pérez Téllez laboran como profesores de asignatura en la UAA, y el doctor Carlos Vicente Garza León labora como docente en instituciones tanto públicas como privadas. El doctor Jesús Alvarado Flores obtuvo una cátedra CONACYT en el 2014 y está adscrito al Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., en la Unidad de Ciencias del Agua, en la línea de Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 (2018). Por último, Aldo Raúl Zaragoza Monroy y Alberto Isaac Reyes Silva, actualmente, realizan sus estudios de doctorado en la UAA.

Testimonio de Jesús Alvarado Flores

Mi experiencia en el posgrado fue muy satisfactoria, debido a las actividades multidisciplinarias que se realizaron, los laboratorios y el acceso a ellos fue excelente, mi comité tutorial siempre estuvo guiando mis actividades y discutiendo los resultados que obtuve, el ambiente fue siempre de amistad y eso fortaleció mi desarrollo personal. La investigación que realicé fue importante para poder ingresar al doctorado y continuar con mi desarrollo profesional actual.

De los resultados obtenidos en mi tesis de maestría, algunos se usaron para la publicación del artículo “Bioconcentration and Localization of Lead in

the Fresh Water Rotifer Brachionuscalyciflorus Pallas 1677 (Rotifera: Monogononta)", en *Aquatic Toxicol* (Alvarado Flores *et al.*, 2012).

En el 2010, asistí a la XVI Reunión Nacional y IX Internacional de la Sociedad Mexicana de Planctología, y Sexto Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional La Investigación en el Posgrado UAA. Mi situación actual es la siguiente: Cátedra CONACYT, desde 1 de octubre de 2014 a la fecha. Estoy adscrito al Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., en la Unidad de Ciencias del Agua, en la Línea de Ecología y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Novena generación (2010-2012)

En la novena generación (2012-2012) hubo un total de 16 alumnos inscritos, de los cuales 56.2% fueron mujeres y 43.75% hombres (Fig. 9A). El 56.25% de los alumnos se decidió por el área de Biotecnología Vegetal y 43.75% por Toxicología (Fig. 9B). En esta generación se realizó la primera movilidad internacional de dos estudiantes del área de Biotecnología Vegetal (Óscar Ortega y Alexandra Celis) para que realizaran su tesis en el laboratorio de la doctora Karen McDonald de la Universidad de California, en Davis.

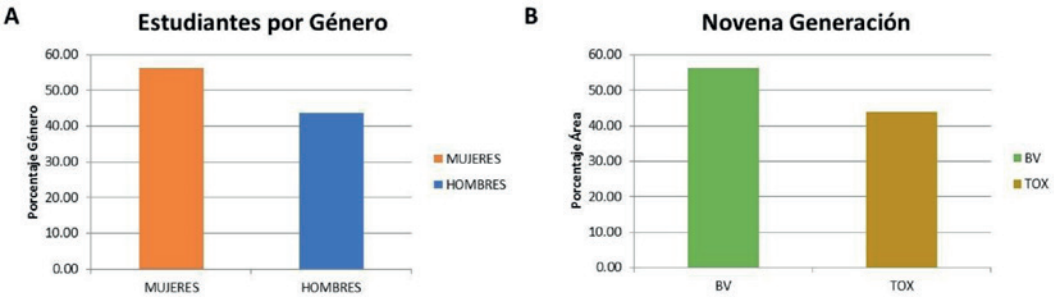


Figura 9. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio. A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 9. Estudiantes de la novena generación (2010-2012) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Camacho Mejorado Rafael	Dr. Andrés Quintanar Stephano	Evaluación toxicológica subaguda del 4-(2'carbonil-fenilamino)-4oxo-(Z)-2-ácido butenóico [C1], sobre hígado, riñón y la coagulación sanguínea.	Toxicología
Contreras García Noemí Lidia	M.C. José Luis Moreno Hernández Duque	Extracción y caracterización de principios activos de "Juan Mecate" (*Anredera*sp.) y determinación de su actividad antioxidante.	Biotecnología Vegetal
*Escárcega González Carlos Enrique	Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Estudio de la toxicidad de nanopartículas de TiO2 y TiO2/Ag en ratas Wistar machos.	Toxicología
Galicia Curiel María Fernanda	Dr. José Luis Quintanar Stephano	Estudio del efecto del extracto urticante de la oruga *Morpheisehrenbergii* sobre la respuesta anafiláctica local y sistémica.	Toxicología
Guerrero Jiménez Gerardo	Dr. Roberto Rico Martínez	Uso de pruebas de toxicidad aguda para monitorear los cuerpos de agua más representativos de la República Mexicana, con *Lecanequadridentata* (*Rotifera: Monogononta*) y *Daphnia magna* (*Crustacea: Cladocera*).	Toxicología
Ledesma Espinosa Leticia Angélica	Dr. Eduardo de la Cerda González Dr. Fernando Jaramillo Juárez	Efectos curativos y preventivos de antioxidantes (vitamina E y quercetina) en los signos y síntomas cardiovasculares presentados en la intoxicación por el veneno de *Centruroidesinfamatus*.	Toxicología
*Martínez Hernández Sandra Luz	Dr. Javier Ventura Juárez	Estrés oxidativo y procesos inflamatorios como mecanismos de daño en la amibiasis intestinal en hámster.	Toxicología
Dávila Galván Adilene	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Generación y cultivo de raíces transformadas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal
Guerrero Roque Fernando Antonio	Dra. Norma Angélica Chávez Vela	Detección de glicomacropéptido por inmunoensayos en leche de cabra como indicativo de adulteración con suero de quesería.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Huerta Esparza Gwendolyn	Dr. Fidel Guevara Lara	Efecto del huitlacoche sobre indicadores de estrés oxidativo en ratas diabéticas y normales.	Biotecnología Vegetal
Medina Castañeda Óscar Eduardo	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Propagación *in vitro* y cultivo en invernadero de variedades tradicionales y comerciales de jitomate.	Biotecnología Vegetal
Ontiveros Villa Florencia	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Análisis de la eficiencia de diferentes sistemas de cultivo *in vitro* en la propagación de agaves.	Biotecnología Vegetal
*Ortega Rivera Óscar Antonio	Dr. José Francisco Morales Domínguez Dra. Karen McDonald	Producción de una vacuna para la enfermedad de Newcastle en aves de corral usando expresión transitoria en plantas de tabaco.	Biotecnología Vegetal
Ramírez Celis Nora Alexandra	Dr. José Francisco Morales Domínguez Dra. Karen McDonald	Recuperación y estudio de las enzimas endoglucanasa y xilanasa producidas en hojas de *Nicotianabenthamiana* inducidas por agroinfiltración.	Biotecnología Vegetal
Salazar López Juan Manuel	Dr. Fidel Guevara Lara	Efecto del huitlacoche (*Ustilagomaydis-Zea mays*) sobre indicadores de glicemia y lipidemia en ratas diabéticas.	Biotecnología Vegetal
*Suárez Mercado Rocío Shantal	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Eficiencia de diferentes sistemas de cultivo *in vitro* en raíces transformadas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal

Egresados de la novena generación que siguieron con estudios de doctorado

El 25% de los egresados de esta generación siguieron con sus estudios de doctorado. Todos lo realizaron en el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA. La doctora Sandra Luz Martínez Hernández actualmente labora en la UAA como profesora de asignatura y el doctor Carlos Enrique Escárcega González realiza un posdoctorado en la Universidad Autónoma de Nuevo León. La maestra Rocío Shantal Suárez Mercado y y el maestro Óscar Antonio Ortega Rivera están en proceso de titulación para la obtención del grado de doctor en Ciencias.

Testimonio de Adilene Dávila Galván

Dentro del tiempo en el cual me encontraba en la maestría, tuve la oportunidad de asistir a tres congresos: 1) XXIX Congreso Nacional de Bioquímica, en Oaxaca, Oaxaca, 2) 13ª Feria de Posgrados, y 3) 4ª Feria Mesoamericana de Posgrados Mexicanos de Calidad.

Al realizar mi posgrado, tuve la oportunidad de trabajar con el doctor Eugenio Pérez Molphe-Balch como tutor y con él aprendí a trabajar en equipo, así como aprender nuevas técnicas en el cultivo de tejidos vegetales que me sirvieron para estar actualmente trabajando en el laboratorio de Biotecnología Vegetal que pertenece al Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Antes de trabajar en el laboratorio como técnico auxiliar en investigación, trabajé como docente en el Departamento de Química de la UAA, por lo cual creo que haber entrado a la maestría fue la mejor opción, pues me preparó y me abrió las puertas para llegar al trabajo que actualmente tengo.

Décima generación (2012-2014)

A la décima generación ingresaron 24 estudiantes, de los cuales 15 fueron mujeres (62.5%) y nueve hombres (37.5%) (Fig. 10A). Para esta generación hubo 50% en cada área (Fig. 10B). A partir de esta generación se incrementaron las líneas de estudio en el área de toxicología animal, ya que se obtuvo una mayor participación de algunos doctores de esta área: la doctora Salinas, los doctores José Luis y Andrés Quintanar, doctor Ventura, doctora Martínez-Saldaña, doctor Martín Gerardo, entre otros.

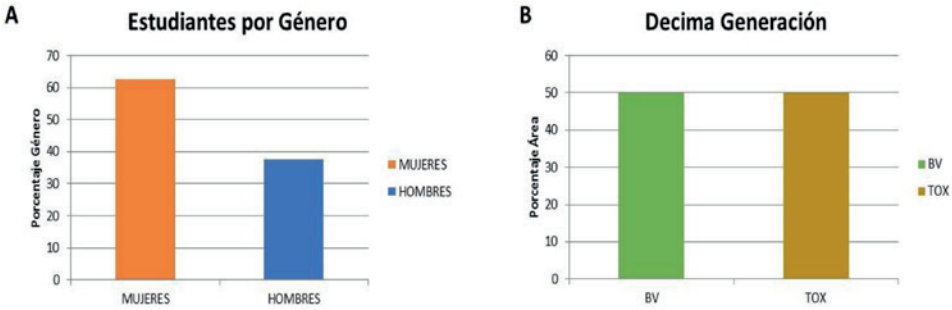


Figura 10. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 10. Estudiantes de la décima generación (2012-2014) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Roldán Bretón Nuria Renata	Dra. Eva María Salinas Miralles	Evaluación del efecto inmunomodulador del glicomacropéptido sobre la respuesta inmune y la fisiopatología del asma agudo en rata Wistar.	Toxicología
Encarnación Ambriz Carlos Eduardo	Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez	Tratamiento de efluentes acuosos hospitalarios mediante foto-catálisis heterogénea y luz visible.	Toxicología
Muñoz Huerta Aldo Axel	Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez	Síntesis, caracterización y evaluación de la actividad microbicida de nanomateriales de cobre.	Toxicología
Romo Bernal Cristina Patricia	Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez	Evaluación de la toxicidad de los óxidos metálicos TiO2, TiO2-Ag y TiO2-Fe+3, nanoestructurados *in vitro* e *in vivo*.	Toxicología
*Claros Guzmán Alfonso Maximiliano	Dr. Martín Gerardo Rodríguez	Efectos tóxicos del fluido celómico de la lombriz de tierra *Eiseniafoetida* en coleoptera y orthopera.	Toxicología
Chaides Zúñiga Ivonne	Dra. Eva Salinas Miralles Dra. Norma Angélica Chávez Vela	Obtención y purificación de anticuerpos policlonales específicos contra el contaminante emergente estreptomicina.	Toxicología
González Ramírez Cristina	Dra. María Consolación Martínez Saldaña	Estudio de marcadores de función renal en población expuesta a fluoruros, metales y plaguicidas del estado de Aguascalientes.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Montalvo Aguilar Lilia Ireri	Dra. Elsa Marcela Ramírez López	Evaluación de la toxicidad en el recurso hídrico y el efecto del cambio climático en el estado de Aguascalientes.	Toxicología
*Montoya García Ma. del Rosario	Dr. Javier Ventura Juárez	Papel toxicológico del estrés oxidativo durante la amibiasis intestinal en hámsteres vagotomizados.	Toxicología
Padilla Contreras Mónica Adriana	Dra. Elsa Marcela Ramírez López	Efectos de los cambios en las condiciones climatológicas sobre la salud humana en el estado de Aguascalientes.	Toxicología
Ponce Lara Alejandra Guadalupe	Dr. Martín Gerardo Rodríguez	Evaluación de la ingestión de proteínas ricas en grupos sulfhidrilo (huevo) como tratamiento a la intoxicación al plomo.	Toxicología
Rivas Mercado Eric Abdel	Dr. Eduardo de la Cerda González	Caracterización bioquímica del veneno de la serpiente cascabel *Crotaluslepiduslepidus* (serpentes: *viperidae*).	Toxicología
López Limón Ana Rosa	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Producción de proteínas recombinantes en cloroplastos de *Chlamydomonasreinhardtii*.	Biotecnología Vegetal
Bañales Vargas Brisa Mar	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Micropropagación de cactáceas sudamericanas con valor ornamental.	Biotecnología Vegetal
Barrientos Lara María del Consuelo	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Evaluación en invernadero y micropropagación de variedades de jitomate de polinización abierta con frutos rojos.	Biotecnología Vegetal
Reyes Morales Luis Raúl	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Evaluación en invernadero y micropropagación de variedades de jitomate de polinización abierta con frutos no rojos.	Biotecnología Vegetal
García Flores Felipe de Jesús	Dr. Juan Jáuregui Rincón	Transformación genética de *Neochlorisoleoabundans* utilizando *Agrobacteriumtumefaciens* y biobalística.	Biotecnología Vegetal
González Castellanos Luz de Aurora	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Propagación *in vitro* de *Laeliaspeciosa* (*Orchidaceae*) nativa de Aguascalientes.	Biotecnología Vegetal
*López Ramírez Yessica	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Cultivo y propagación *in vitro* de especies mexicanas del género Yucca.	Biotecnología Vegetal
Muñoz Alemán Jazmín Marisela	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Desarrollo del sistema de micropropagación *in vitro* y transformación genética en plantas de moringa (*Moringa Oleifera Lam*).	Biotecnología Vegetal

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
*Martínez Vázquez Juan Pablo	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Generación y cultivo de raíces transformadas en cactáceas sudamericanas.	Biotecnología Vegetal
Vázquez Preciado Sergio Edgar	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Identificación de los genes implicados en la producción de proteínas de maduración en guayaba (*Psidiumguajava*)	Biotecnología Vegetal
*González Cabrera Leobardo David	Dr. Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	Efecto de reguladores del crecimiento exógenos sobre el desarrollo y la producción de metabolitos secundarios en cultivos de raíces transformadas de cactáceas.	Biotecnología Vegetal
Hernández Ruiz Esmeralda	Dr. Roberto Rico Martínez	Estudio de bioacumulación y efectos adversos del cromo en dos especies de rotíferos dulceacuícolas.	Toxicología

Egresados de la décima generación que siguieron con estudios de doctorado

Fueron cinco egresados de esta generación, lo que es equivalente a 20.8%, los que siguieron con sus estudios de doctorado. Actualmente todos cursan el programa del Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA.

Testimonio de Ana Rosa López Limón

Durante la maestría me fui de estancia durante 6 meses al laboratorio de Biotecnología Molecular, a cargo de la doctora Ruth Elena Soria Guerra, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Durante mi estancia, realicé varias transformaciones con el gen de mi interés, que es *chlamydomonasreindhardtii*.

Durante mi estudio de maestría adquirí muchos conocimientos y habilidades que me ayudaron con mi profesión y además me dieron la capacidad, habilidad y destreza para realizar investigación, así como conoci-

mientos para plantear estrategias y soluciones eficientes a problemas en las áreas agrícola, alimentaria, salud o medio ambiente, lo cual me permitió una integración al sector laboral y académico.

Participé en exposición de cartel en el XI Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia, en León, Guanajuato. Participé en la publicación del artículo "Production and Purification of Recombinant Hypocholesterolemic Peptides".

Actualmente trabajo como docente y coordinadora del Proyecto Escuela Verde a nivel secundaria y como docente a nivel licenciatura, en Zapopan, Jalisco.

Onceava generación (2014-2016)

En esta onceava generación ingresaron 20 estudiantes, de éstos, 60% fueron mujeres y 40% hombres (Fig. 11A). El 60% de los estudiantes eligió el área de Toxicología y 40% Biotecnología Vegetal (Fig. 11B).

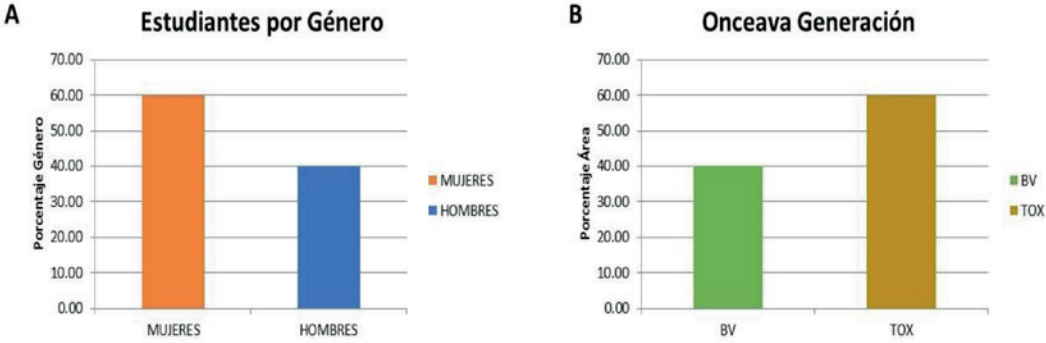


Figura 11. Gráficas de porcentaje de género y de selección de área de estudio.
A) Porcentaje de estudiantes por género y B) Porcentaje de estudiantes por área.

Cuadro 11. Estudiantes de la onceava generación (2014-2016) de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, trabajos de tesis y tutor. *Egresados que realizaron estudios de doctorado.

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Alcalá Okayasu Shinji	Dra. Eva María Salinas Miralles	Efecto tóxico de la metformina, insulina y glibenclamida sobre la expresión de péptidos antimicrobianos en macrófagos y células epiteliales infectadas con *Mycobacterium* tuberculosis.	Toxicología
Álvarez Miramontes Claudia Cristina	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch M. C. Laura María De Lourdes de la Rosa Carrillo	Generación de raíces transformadas de algunas especies de plantas con propiedades medicinales y análisis de su desarrollo empleando diferentes medios basales.	Biotecnología Vegetal
Amador García Olga Karina	Dr. José Francisco Morales Domínguez	Estudio bromatológico de hojas de *Moringa Oleífera* generadas *in vitro* y análisis de su efecto hipoglucemiante ratas Wistar.	Biotecnología Vegetal
Contreras Loera Fabián	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de métodos de propagación *in vitro* del alcaparro (*Capparis*spp.)	Biotecnología Vegetal
*Cuéllar Garrido Luis Fernando	Dra. María Elena Siqueiros Delgado	Filogenia del complejo *Boutelouaannua -B. aristidoide*s basado en datos moleculares y micromorfología de hoja.	Biotecnología Vegetal
Díaz de León Macías César Eduardo	Dra. Iliana Ernestina	Síntesis, caracterización y evaluación de la toxicidad y bioactividad de materiales nano-estructurados de ZnO, Fe3O4 y ZnO@ Fe3O4.	Toxicología
Franco Villegas Efrén Alejandro	Dr. Fidel Guevara Lara	Análisis de la actividad antioxidante del huitlacoche (*Ustilagomaydis-Zea mays)* en un sistema alimentario de oxidación lipídica.	Biotecnología Vegetal
Infante González Karla Berenice	M. C. José Luis Moreno Hernández Duque	Determinación del contenido de steviosidos y rebaudiósidos de la planta *Steviarebaudiana* desarrollada *in vitro*, así como su análisis comparativo en especies cultivadas en campo.	Biotecnología Vegetal
Macías Martínez Dalia Delfina	Dra. Yenny Adriana Gómez Aguirre	Establecimiento de cultivo de callos de *Pereskia*spp, su análisis fitoquímico y evaluación de actividad antioxidante.	Biotecnología Vegetal
Martínez Montelongo Jorge Humberto	Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez	Implementación de un proceso foto-catalítico para el tratamiento de aire de interiores.	Toxicología

ALUMNO	TUTOR	TESIS	ÁREA
Martínez Reséndiz Héctor Alejandro	Dr. Andrés Quintanar Stephano	Papel de la Arginina-Vasopresina (AVP) y antagonistas de los receptores V1a, V1b y V2 de AVP en la regulación del sistema cardiovascular.	Toxicología
*Mendoza González Celeste Viridiana	Dr. Francisco Javier Avelar González	Determinación de los principales grupos funcionales de la biomasa pirolizada, involucrados en la inmovilización de metales en suelos y sedimentos contaminados por actividades mineras.	Toxicología
Navarro González Yesenia Danyeli	Dr. Javier Ventura Juárez	Papel de la doxazosina y el carvedilol en la regeneración celular después de la reversión de la cirrosis hepática inducida con CCl4 en un modelo de hámster.	Toxicología
Osorio Treviño Olga Cristal	Dr. Roberto Rico Martínez	Implementación de *Alona cf. GuttataSars*, 1862 (Chydoridae: Aloninae) como organismo modelo para pruebas de toxicidad.	Toxicología
Pedroza Herrera Gladis	Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez	Evaluación de la actividad foto-catalítica y toxicológica de materiales nano-estructurados de dióxido de titanio dopado con cobre.	Toxicología
Regalado Soto Diana Ivette	Dra. Rosa María Chávez Morales	Estudio del posible efecto protector de antioxidantes contra el daño oxidativo producido por nanopartículas de TiO2, en los músculos lisos traqueal y arterial aórtico de la rata Wistar.	Toxicología
Robledo González María Guadalupe	Dra. Alma Lilián Guerrero Barrera Dr. Francisco Javier Avelar González	Detección de factores de virulencia y resistencia de E. coliuropatogénica.	Toxicología
Serna Salas Sandra Alejandra	Dr. Javier Ventura Juárez Dr. Martín Humberto Muñoz Ortega	Efecto de los α/β adreno-bloqueadores Doxazosina y Carvedilol en la reversión de la cirrosis hepática en hámsteres inducidos con CCl4.	Toxicología
Soto Castañeda Ernesto	Dr. Eugenio Pérez Molphe-Balch	Desarrollo de métodos de micropropagación de varias especies de agaváceas de importancia en México.	Biotecnología Vegetal
Vieyra Márquez Angélica Marlene	Dra. Eva María Salinas Miralles	Estudio del efecto antiinflamatorio del análogo sintético de la GnRH, acetato de leuprolida, en rata.	Toxicología

Egresados de la onceava generación que siguieron con estudios de doctorado

Hasta el momento sólo dos egresados han seguido con sus estudios de doctorado, éstos son Luis Fernando Cuéllar Garrido, quien estudia en Claremont Graduate University/Rancho Santa Ana Botanic Garden (California, USA) y Celeste Viridiana Mendoza González, quien estudia el Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAA.

Testimonio de Luis Fernando Cuéllar Garrido

Soy un hidrocálido graduado de la Maestría en Ciencias, Área Biotecnología Vegetal o Toxicología, impartida en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Institución en la cual desarrollé mi interés por estudiar las plantas como sistema modelo para el desarrollo del conocimiento científico.

Indudablemente, mis estudios de maestría en la UAA fueron fundamentales en mi formación actual. Algunos ejemplos de las virtudes del programa incluyen el enfoque analítico e interdisciplinario de las materias otorgadas, las clases prácticas de laboratorio y la calidad y esfuerzo del cuerpo docente para impartir clases sobre temas actuales. Dichas virtudes lograron permear en el desarrollo de mis habilidades y conocimientos básicos, dándome las herramientas necesarias para desenvolverme en mi actual línea de investigación. De igual manera, la visión de la maestría por consolidar y mantener proyectos de investigación con universidades y centros académicos de alta calidad alrededor del mundo, permitieron que realizara una estancia de tres meses en Estados Unidos, la cual impulsó bastante mi proyecto de investigación.

Actualmente me encuentro becado por parte del CONACYT para realizar mis estudios de Doctorado en Botánica en la institución Claremont Graduate University/Rancho Santa Ana Botanic Garden (California, USA), donde mi proyecto doctoral se enfoca en estudiar el desarrollo ontogénico y evolutivo de las inflorescencias de pastos de la tribu *Cynodonteae* (*Poaceae*), a través del

empleo de microscopía electrónica de barrido, cortes histológicos y secuenciación de RNA. Durante los dos años que he estado en esta institución, he tenido la oportunidad de desarrollarme en áreas extracurriculares que son vitales para mi formación académica. Estas actividades incluyen entrenamientos para el manejo y supervisión de herbarios, redacción de artículos científicos, y participaciones como conferencista en el 26th Graduate Student Meeting of the California Botanical Society 2017 (presentando mis resultados de maestría), 5th Mini-Symposiumon Plant Morphology and Anatomy (presentando datos preliminares de mis estudios de doctorado) y en el congreso internacional Botany 2017 (Fort Worth, Texas). Esta última, derivada de colaborar como asistente de investigación del doctor Mark Porter en un proyecto financiado por la National Science Foundation para resolver la filogenia de plantas del género *Loeselia* (*Polemoniaceae*), a través del análisis molecular de secuenciaciones híbridas (Hyb- seq) de siguiente generación.

Doceava generación (2016-2018)

Actualmente, los alumnos de esta generación están cursando el último semestre y están en la parte final de su tesis. Ingresaron 17 estudiantes: 64.7% son mujeres y 35.3% hombres. El 47.7% seleccionó Toxicología y 52.3% Biotecnología Vegetal.

En resumen, la cantidad total de estudiantes inscritos, el porcentaje tanto de hombres y mujeres, y la selección del área de estudio en esta maestría hasta la doceava generación, se muestra en el siguiente capítulo. Sin embargo, un dato importante que hay que resaltar es que hasta la onceava generación (2014-2016), 32% de los egresados de esta maestría ha seguido con estudios de doctorado, ya sea dentro de la UAA o en otras instituciones nacionales o extranjeras; de este porcentaje, 18% son hombres y 14% mujeres.

Fuente de consulta

Archivo de la Maestría en Ciencias, Áreas Biotecnología Vegetala o Toxicología.

Capítulo V
Núcleo Académico Básico y Productividad de la Maestría en Ciencias

Elsa Marcela Ramírez López / Yenny Adriana Gómez Aguirre

Núcleo Académico Básico y Sistema Nacional de Investigadores

El núcleo académico básico de la Maestría en Ciencias: área Biotecnología Vegetal o Toxicología, está conformado de acuerdo con el artículo 17-A del Reglamento General de Docencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y con el ANEXO A: Programas de Orientación a la Investigación, del Programa Nacional de Posgrados de Calidad [PNPC-2] (Versión 4.1, abril de 2015) del CONACYT.

En el artículo 17-A se describe que: "un programa de posgrado deberá contar con un núcleo académico básico propio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, integrado por profesores de tiempo completo, suficientemente habilitado y con la disponibilidad de tiempo que garantice su buen funcionamiento". Para esto, "Este núcleo académico básico deberá contar con al menos ocho profesores de tiempo completo, de los cuales un mínimo de cinco deberá tener el Doctorado y los restantes el grado de Maestría" (Artículo 17-A, III);

“deberán tener al menos tres profesores de tiempo completo por cada una de las líneas de trabajo o de investigación asociadas al programa” (Artículo 17-A, V). En el Artículo 17-B, párrafo I, describe que un mínimo de 60% del núcleo académico básico deberá contar con el grado de Doctor y el porcentaje restante con el grado de Maestría.

En el ANEXO A, del PNPC-2, el núcleo académico de un programa consolidado de nivel maestría debe estar integrado por al menos ocho profesores, cinco con el grado de doctor y tres con el de maestría. Al menos 50% de los profesores debe haber obtenido su grado máximo de estudios en una institución diferente a la UAA. Para un programa Consolidado, mínimo 60% del total de los profesores de tiempo completo (PTC) deberá pertenecer al SNI y, al menos, 40% del total de los PTC en el nivel I, II y III. Para avanzar al nivel de Competencia Internacional, este último indicador debe ser mínimo 60% del total de los PTC y deberá pertenecer al SNI y al menos el 40% del total de los PTC en el nivel II y III. Para que una línea de generación y/o aplicación de conocimiento (LGAC) sea considerada como tal, deberá agrupar al menos a 3 PTC. En la tabla 1 se muestra la integración del núcleo académico básico de la Maestría en Ciencias: área Biotecnología Vegetal o Toxicología en 2018. Este núcleo está formado por 18 profesores. Todos cuentan con el grado de doctor en Ciencias, 18 obtuvieron este grado en instituciones distintas a la UAA (100%).

En cuanto a la pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 15 profesores se encuentran en el SNI (83.34%). Siete de los profesores han alcanzado el nivel II, que es equivalente a 38.89% (tabla 1). Como puede verse, este núcleo académico cumple y rebasa los indicadores solicitados por el CONACYT para un programa Consolidado.

Tabla 1. Miembros del Núcleo Académico Básico 2018
y nivel en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

GRADO	NOMBRE	SNI
Área Biotecnología Vegetal		
D	Fidel Guevara Lara	NA
D	Yenny Adriana Gómez Aguirre	C
D	José Francisco Morales Domínguez	I
D	Eugenio Martín Pérez Molphe-Balch	II
D	Gilberto Alejandro Ocampo Acosta	I
PD	María Elena Siqueiros Delgado	I
D	Juan Jáuregui Rincón	I
Área Toxicología		
D	Francisco Javier Avelar González	I
PD	Alma Lilián Guerrero Barrera	NA
D	Elsa Marcela Ramírez López	NA
D	Mario Arzate Cárdenas	I
D	Roberto Rico Martínez	II
D	Andrés Quintanar Stephano	II
D	José Luis Quintanar Stephano	II
D	Eva María Salinas Miralles	II
D	Javier Ventura Juárez	II
D	Iliana Ernestina Medina Ramírez	II
D	Martín Gerardo Rodríguez	I

Nota: D = Doctorado; PD = Posdoctorado; NA = No aplica.

Además del núcleo académico básico de la maestría, se cuenta con un segundo grupo de profesores invitados, adscritos al Centro de Ciencias Básicas, y externos de la UAA (tabla 2). Estos profesores tienen un grado de participación importante en el funcionamiento del programa. Son miembros de comités tutorales, y algunos participan como docentes, o incluso como coordinadores en las materias comunes y de área.

Finalmente, el programa cuenta también con el apoyo de profesores externos a la UAA. Éstos se involucran impartiendo ciertos temas dentro de las materias de área, o participan en los proyectos de tesis como miembros del comité tutoral o incluso como cotutores. Esta participación de profesores externos facilita también la movilidad de los alumnos, que acuden a hacer estancias de investigación en las instituciones de adscripción de dichos profesores. La participación de profesores externos es variable de generación a generación del posgrado. En la tabla 2 se presentan los profesores que estuvieron involucrados con la XI Generación (2014-2016) y que participan en la actual generación XII (2016-2018) del programa.

Tabla 2. Profesores invitados externos que participaron en las asesorías de tesis en las generaciones XI y XII de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología.

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN DE ADSCRIPCIÓN
Área Biotecnología Vegetal		
D	Ana Érika Ochoa Alfaro	UASLP, México
D	Ángel Gabriel Alpuche Solís	IPICYT, México
D	Bruno Rivas Santiago	IMSS, México
M	Fernando Bon Rosas	UAA, México
D	J. Travis Columbus	CGU, Estados Unidos
M	José Luis Moreno Hernández Duque	UAA, México
D	Juan Antonio Lozano Álvarez	UAA, México
M	Laura María de Lourdes de la Rosa Carrillo	UAA, México
M	Lucia Isabel Chávez Ortíz	UAA, México
D	Nora Liliana Vasco Méndez	UAA, México
D	Alejandra Palomeque Carlín	UAA, México/Proyecto CONACYT-FOMIX
D	Cristina Garcidueñas Piña	UAA, México
M	Otilio Vázquez Martínez	UAA, México
M	Rubén Larios González	CBTA No. 61, México
D	Silvia Edith Valdés Rodríguez	CINVESTAV-Irapuato, México

GRADO	NOMBRE	INSTITUCIÓN DE ADSCRIPCIÓN
Área Toxicología		
M	Adrián Jiménez Serrano	UAA, México
D	Daniel Cervantes García	UAA, México
D	David Masuoka Ito	UAA, México
D	Flor Yazmín Ramírez Castillo	UAA, México
D	Isidoro Rubio Franchini	ISSEA, México
D	José Francisco Correa Basurto	IPN, México
D	Liseth Rubí Aldaba Muruato	UAA, México
D	Ma. Consolación Martínez Saldaña	UAA, México
D	Magdalena Samanta Ramos Gómez	UAA, México
D	Marco Antonio Álvarez Pérez	UNAM, México
D	María de Jesús Loera Arias	UANL, México
D	Mariela Jiménez Vargas	UAA, México
D	Martín Humberto Muñoz Ortega	UAA, México
D	Rosa María Chávez Morales	UAA, México

Nota: D= Doctorado; M= Maestría; UASLP= Universidad Autónoma de San Luis Potosí; IMSS= Instituto Mexicano de Seguridad Social; UAA= Universidad Autónoma de Aguascalientes; CGU= Claremont Graduate University; CBTA= Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario; CINVESTAV= Centro de Investigación y de Estudios Avanzados; ISSEA= Instituto de Servicios de Salud del Estado de Aguascalientes; IPN= Instituto Politécnico Nacional; UNAM= Universidad Nacional Autónoma de México; UANL= Universidad Autónoma de Nuevo León.

El Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior (PRODEP) de la Dirección de Superación Académica-Dirección General de Educación Superior Universitaria, busca profesionalizar a los Profesores de Tiempo Completo (PTC) para que alcancen las capacidades de investigación-docencia, desarrollo tecnológico e innovación y con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno (http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/PRODEP.htm). En el Centro de Ciencias Básicas de la UAA, hay siete cuerpos académicos reconocidos por PRODEP en los que participan los profesores del núcleo académico básico de la Maestría en Ciencias: área Biotecnología Vegetal o Toxicología, así como las respectivas líneas de generación y/o aplicación del conocimiento. Los cuerpos académicos son: 1) Bioingeniería

y toxicología ambiental, 2) Bioquímica, 3) Biotecnología vegetal, 4) Conservación a la biodiversidad, 5) Estudio de proteínas en sistemas biológicos, 6) Química y biorremediación y 7) Toxicología básica y ambiental.

Productividad de la Maestría en Ciencias

El progreso económico y social sostenible en nuestro país se puede lograr con el incremento del desarrollo tecnológico, de ciencia básica e innovación, como se cita en la Meta Nacional III México con educación de calidad del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018. Para lograrlo, es indispensable que las instituciones de educación superior que imparten estudios de posgrado logren formar recursos humanos altamente capacitados y especializados en las tareas marcadas por el PND (Serna González *et al.*, 2013).

El Reporte de Competitividad Global 2017-2018 (GCR, por sus siglas en inglés) menciona que el desarrollo económico es importante para el desarrollo del bienestar. El crecimiento crea los recursos necesarios para una mejor educación, salud, seguridad y mayores ingresos. De acuerdo con el Índice Global de Competitividad (IGC), México aún se encuentra con mínimos avances en el desarrollo tecnológico, y en la evolución del ambiente de innovación se ha mantenido en un índice global de competitividad no superior al 3.4 (GCR, 2018). Los resultados actuales se encuentran al mismo nivel que los índices del 2011-2012, en donde se encontraron deficiencias en la formación de recursos humanos altamente calificados (cuadro 1), lo que se refleja por la baja calidad del sistema educativo, manteniéndose la baja calidad en la educación de las matemáticas y ciencias, y en el nivel de formación de ingenieros de diseño y científicos de alto nivel, ocupando la posición 53 para el 2017 (GCR, 2018; Serna González *et al.*, 2013). Lo anterior marca un gran reto para la Federación y las instituciones de educación superior para incrementar estos indicadores.

Cuadro1. Resultados para México de los índices del IGC 2016-2017, de un total de 137.

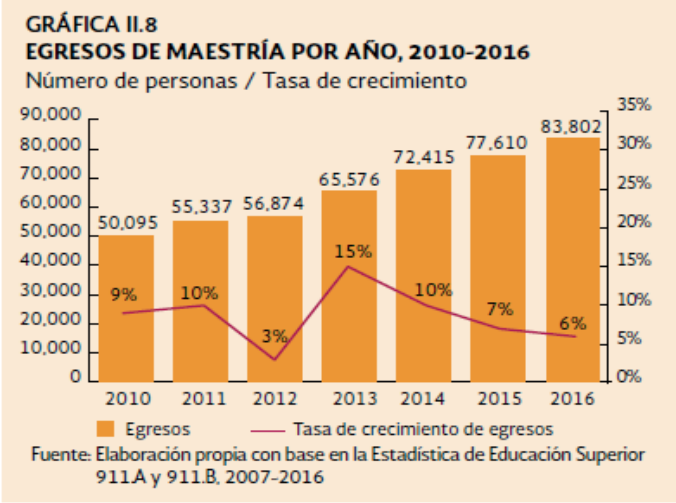
SUBÍNDICE	POSICIÓN 2017	ÍNDICE (1-7)
5. Educación superior y capacitación	80	4.1
Calidad en el sistema de educación	108	3.0
Calidad de la educación en matemáticas y ciencias	117	2.9
Calidad en la dirección de escuelas	67	4.2
Acceso de internet en las escuelas	83	3.9
Disponibilidad local de servicios de entrenamiento especializado	66	4.4
Capacitación de personal	80	3.8
12. Innovación	56	3.4
Capacidad de innovación	70	4.1
Calidad de las instituciones de investigación superior	46	4.3
Gastos de las industrias en I+D	77	3.2
Colaboración Universidad-Industria en I+D	49	3.6
Contratación pública de tecnología avanzada	90	3.1
Disponibilidad de científicos e ingenieros	53	4.2
Patentes (aplicación/millón de habitantes)	58	2.4

Fuente: GCR, 2017.

La Maestría en Ciencias en México

Con el fin de incrementar la formación científica de alto nivel, las autoridades del CONACYT y los esfuerzos de las instituciones de educación superior en el país, han logrado que el ingreso y egreso de recursos humanos formados con nivel de Maestría en Ciencias, para el ciclo 2014-2016, fuera de 81,722 y 83,802, respectivamente (CONACYT, 2017). Comparando estas cifras con las del 2013-2015, hubo un incremento de 10% en la tasa de crecimiento de ingreso y de 8% para los egresos. La figura 1 muestra las estadísticas de egreso a nivel nacional por año desde el 2010 al 2016, y en el 2015 la tasa de crecimiento fue inferior a la del 2016.

Figura 1. Estadísticas de egreso de la formación en la Maestría en Ciencias en México (CONACYT, 2017).



Considerando las áreas del conocimiento de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, el ingreso fue de 196 alumnos y, en Medicinas y Ciencias de la Salud 402 (Martínez Montes y Márquez Jiménez, 2015). De acuerdo con lo reportado por el CONACYT, el egreso de maestros en Ciencias Naturales, Exactas y de la Computación para el año 2016 fue de 2992 (figura 2), esto equivale a 3.57%; en las áreas de Agronomía y Veterinaria 1.10%, y en la salud, de 2.79% (figura 3).

Figura 2. Egresados de maestría por campo de la Ciencia (CONACYT, 2017).

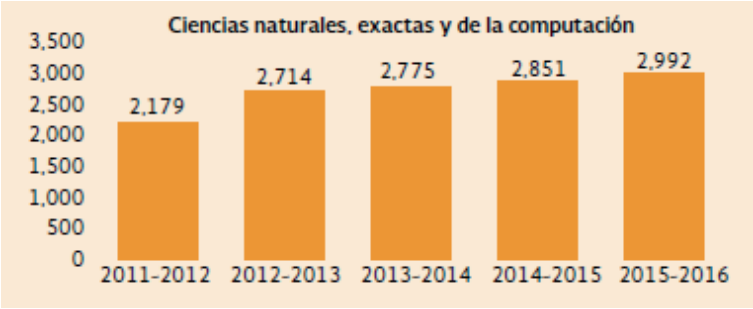
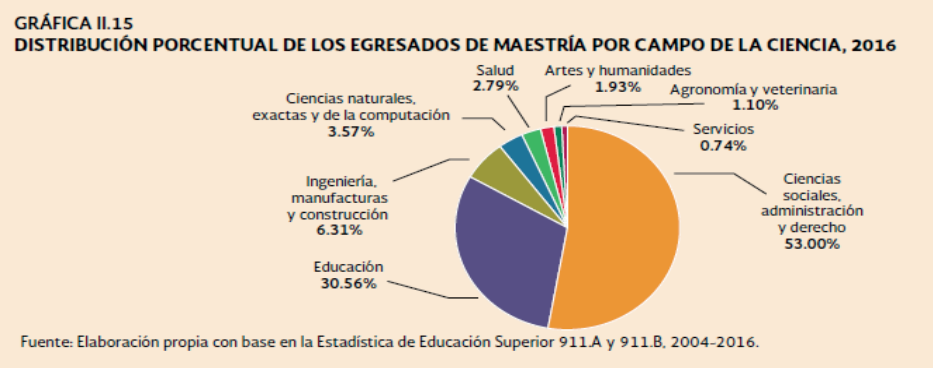


Figura 3. Distribución porcentual de los egresados de maestría por campo de la Ciencia, 2016 (CONACYT, 2017).



Movilidad nacional e internacional de los estudiantes

Una de las estrategias para incrementar la formación integral de los alumnos de la Maestría en Ciencias es realizando estancias, cursos y talleres relacionados con su trabajo de investigación. Esta estrategia puede lograrse al fomentar la movilidad de los estudiantes dentro de nuestro país y a nivel internacional, y con ello adquirir mayor experiencia, al interactuar con otros investigadores y grupos de investigación. Y también la presentación en congresos de talla nacional e internacional de sus áreas de aplicación, con el fin de incrementar las experiencias adquiridas, al conocer los avances tecnológicos y de ciencia básica, en su área de investigación.

Todas estas actividades permiten que se lleve a cabo la interdisciplinaridad y la participación institucional, ya sea a nivel nacional, internacional, o ambas. El reporte del Diagnóstico del Posgrado en México (COMEPO, 2015) mostró que la movilidad tanto a nivel maestría como de doctorado fue baja, ya que existen instituciones en las que no se tiene movilidad ni de sus estudiantes ni de sus académicos, esto puede ser debido a la baja capacidad económica para llevarlo a cabo, la puntuación registrada fue de 1.5/10 (Bonilla Marín, 2015).

Para lograr la movilidad de los estudiantes, es necesario que los académicos del posgrado también lo realicen. La movilidad de los académicos en Aguascalientes fue de 2.31, el más alto, por arriba de la media nacional (1.50), seguido por Sinaloa, Guanajuato y Zacatecas (Bonilla Marín, 2015).

El posgrado en Aguascalientes

Aguascalientes se encuentra ubicado al noroccidente del Bajío mexicano, históricamente su actividad industrial ha sido muy variada, desde las empresas agroindustriales, maquiladoras, textileras, fundidoras, procesamiento de carne, entre otras; y en 1982 ingresa la primera empresa del ramo automotriz. Contar con este desarrollo industrial pero con la carencia en el control de las diferentes emisiones hacia la atmósfera y las descargas a ríos, arroyos y áreas naturales, aunado al cambio de uso de suelo, el cambio o pérdida de biodiversidad, y la presencia de sustancias contaminantes, teniendo efectos sobre el cambio climático en el Estado, estos cambios y actividades industriales necesarias para el desarrollo económico del estado, región y del país, requieren de la formación de recursos humanos especializados, por lo que es necesario contar con profesionistas calificados que atiendan las áreas de Biotecnología Vegetal y los efectos tóxicos sobre los diferentes receptores, humanos, animales y plantas.

La Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología

El desarrollo económico en Aguascalientes ha requerido la formación de profesionistas capacitados en el mejoramiento y manejo de métodos biotecnológicos de uso agrícola, en la conservación y uso racional de especies silvestres amenazadas; también han sido necesarios estudios sobre las propiedades alimenticias y nutracéuticas de diversos productos derivados de plantas u hongos locales o regionales, el aislamiento y caracterización de genes de especies de importancia en la región, mismos que pueden ser usados para el mejoramiento de otras plantas, en la producción de metabolitos secundarios de interés industrial, la aplicación de la bioinformática para el estudio de genes de interés biotecnológico.

Por otra parte, de la derivación de las emisiones de las actividades industriales y agroindustriales, también es necesario realizar estudios de identificación de las sustancias contaminantes presentes en el suelo, agua superficial, subterránea, y en el aire, y poder conocer los probables efectos tóxicos de estos compuestos sobre los organismos, y en los diferentes procesos fisiológicos que ocurren en el humano, así como las estrategias que puedan reducir el daño

causado al hombre, y a otros organismos, empleando marcadores biológicos, además de desarrollar sistemas de remediación para la eliminación de contaminantes atmosféricos, estudios de evaluación del impacto del riesgo de áreas contaminadas, así como dar soluciones de remediación de dichas áreas, apoyar a los sectores sociales y gubernamentales para la reglamentación y toma de decisiones, sobre eventos naturales y aquellos causados por desastres en la actividad antropogénica, por lo que también ha sido necesario el desarrollo de estrategias terapéuticas para reducir el daño causado por los xenobióticos, como nuevos antídotos y medicamentos contra el estrés oxidativo, y lograr dar el apoyo necesario a las empresas en la implementación de normas y reglamentación para su establecimiento regional. Lo anterior tiene implicaciones trascendentales en varios aspectos de la vida humana, y en la salud ambiental de Aguascalientes, por lo que es importante plantear y desarrollar investigación básica y aplicada en el área de la Toxicología, así como también en Biotecnología Vegetal.

Bajo estas condiciones, en el estado ha sido necesario responder a las demandas en los temas de prioridad para el desarrollo y la resolución de los problemas que afectan en mayor medida al país y a Aguascalientes. Históricamente, desde los inicios de la generación del programa de la maestría, en 1993, se ha desarrollado una gran diversidad de proyectos de investigación y las tesis derivados de éstos, vinculando dentro del programa de posgrado las disciplinas que se consideran prioritarias para el desarrollo de México de acuerdo a los programas de Ciencia, Tecnología e Innovación, considerados en los diversos Planes Nacionales de Desarrollo.

Actualmente, se consideran las demandas en los temas de prioridad para la resolución de los problemas que afectan en mayor medida al país indicado en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, mismo que se deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. En el tema Medio Ambiente, se establecen como prioridades, la gestión integral del agua, la mitigación y adaptación al cambio climático y el aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad, entre otras. En el tema Desarrollo sustentable, una de las áreas prioritarias es la de los alimentos y su producción. En el tema Desarrollo Tecnológico, se consideran prioridades el desarrollo de la biotecnología, de la genómica y de los nanomateriales y la nanotecnología. Finalmente, en el tema Salud, es prioritaria la medicina preventiva y la atención de la salud. Todas las áreas del conocimiento antes mencionadas, y consi-

deradas como prioridades para el desarrollo de la nación, son contempladas en la maestría, algunas en el área terminal de Biotecnología Vegetal, otras en la de Toxicología, y algunas son tratadas por ambas áreas.

El Programa de posgrado, además de considerar en su generación el Plan Nacional de Desarrollo, también ha considerado los Objetivos de Desarrollo Sustentable establecidos por la UNESCO, a partir de enero del 2016. Estos surgen de la necesidad para proteger al mundo, desde diversas aristas, antes del 2030. Hacer este esfuerzo por cumplir los objetivos desde el programa del posgrado permite crear redes académicas donde se comparten experiencias y realimentación de los temas de interés científico y tecnológico.

La Maestría en Ciencias: Área de Biotecnología Vegetal o Toxicología, desde sus inicios, fue reconocida ante el padrón de excelencia del CONACYT, y posteriormente alcanzó el nivel de consolidación. Esto ha permitido formar recursos humanos especializados con capacidades científicas y de innovación de alto nivel y que se fundamentan en el desarrollo social y sustentable de nuestro estado y del país.

Analizando la similitud entre los diferentes programas de maestría en nuestras áreas de aplicación, a nivel local, sólo el Instituto Tecnológico de El Llano ofrece la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria, y presenta algunas similitudes en las asignaturas relativas a la Biotecnología Vegetal, pero no contempla el área de Toxicología.

Del análisis de ocho instituciones de educación superior y centros de investigación a nivel regional, de la región occidente, que está integrada por Aguascalientes, Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, sus planes de estudio analizados tienen el reconocimiento del PNPC ante el CONACYT, y sus asignaturas en el área de la Biotecnología Vegetal son similares. La mayoría de los programas solamente forman en el área de la Biotecnología Vegetal, y otras en el área de la Toxicología; sólo el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. ofrece formación dentro de las dos áreas. La Universidad de Guadalajara es un ejemplo de formación en el área de la salud ambiental, incluida la Toxicología.

A nivel nacional, los planes de estudio similares se enfocan, principalmente, en el área de Biotecnología Vegetal, y algunos sólo cubren el área de Toxicología. Todos los programas presentados tienen orientación a la investigación, por lo que el énfasis a los seminarios y actividades temáticas son de

gran relevancia. Otra similitud es que todos los programas inician, entre el primer y segundo semestres, la tesis, asegurando con ello una eficiencia terminal alta. A nivel competencia, tanto nacional como internacional, el plan de estudio del programa de la Maestría en Ciencias en la Especialidad en Genética y Biología Molecular del CINVESTAV-Zacatenco, IPN, es similar al programa de la Maestría en Ciencias, sólo en el área de Biotecnología Vegetal; en esta especialidad no hay relación con el área de Toxicología. La Maestría en Ciencias en la especialidad de Toxicología del CINVESTAV-Zacatenco, IPN, presenta similitudes sólo con el área de Toxicología.

Productividad del posgrado

El financiamiento de las investigaciones realizadas por los estudiantes de posgrado ha sido con recursos tanto internos como externos. Y desde sus inicios han generado investigaciones de vanguardia, teniendo colaboraciones regionales, nacionales e internacionales que dan cumplimiento con los objetivos del PND y, actualmente, con los objetivos de la UNESCO.

En las 12 generaciones que se han tenido hasta el 2018, han ingresado un total de 190 alumnos, de las dos áreas (fig. 4). Y la mayoría han sido mujeres, ya que en el área de Biotecnología Vegetal se inscribieron 48 mujeres, equivalente a 55% (fig. 5), y 39 hombres, que es 45%; mientras que en el área de Toxicología, 57 fueron mujeres (61%) y 36 hombres (39%).

Figura 4. Número de alumnos inscritos en la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología (hasta la 12 generación).

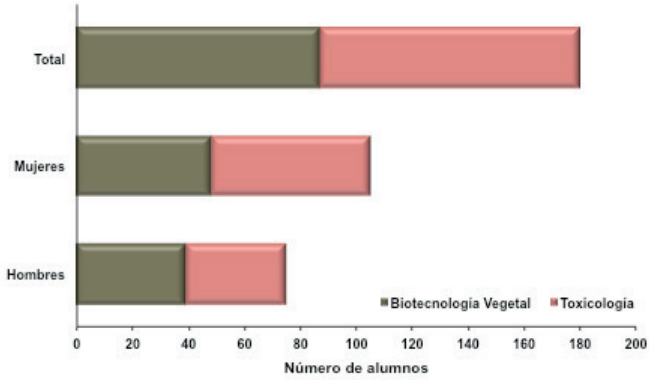
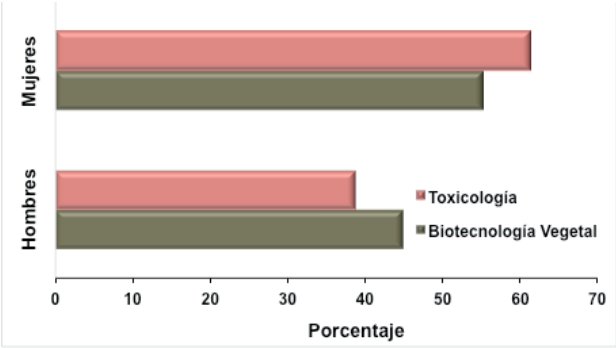


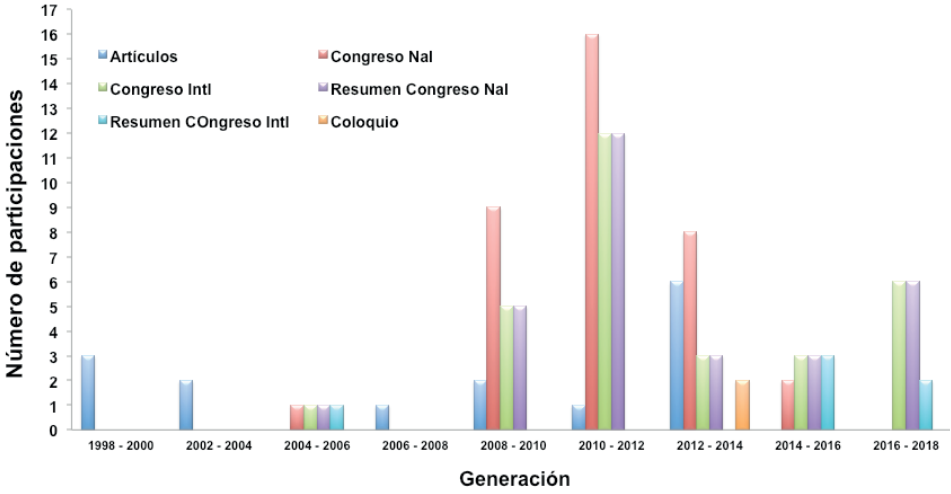
Figura 5. Porcentaje de mujeres y hombres que han ingresado a la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología (hasta la 12 generación).



Durante su formación académica de posgrado desarrollan la tesis de investigación, y de los resultados obtenidos pueden publicarse artículos científicos arbitrados o indexados, envíos a resúmenes de congresos, y la participación en los congresos nacionales o internacionales. De acuerdo a la información obtenida de los investigadores que participan en la formación de los alumnos, en la generación 1998-2000 se publicaron tres artículos, dos en la 2002-2004, dos en la 2008-2010, y uno en las generaciones 2006-2008 y 2010-2012, y la generación 2012-2014 fue la más productiva con seis artículos, como se puede observar en la figura 6.

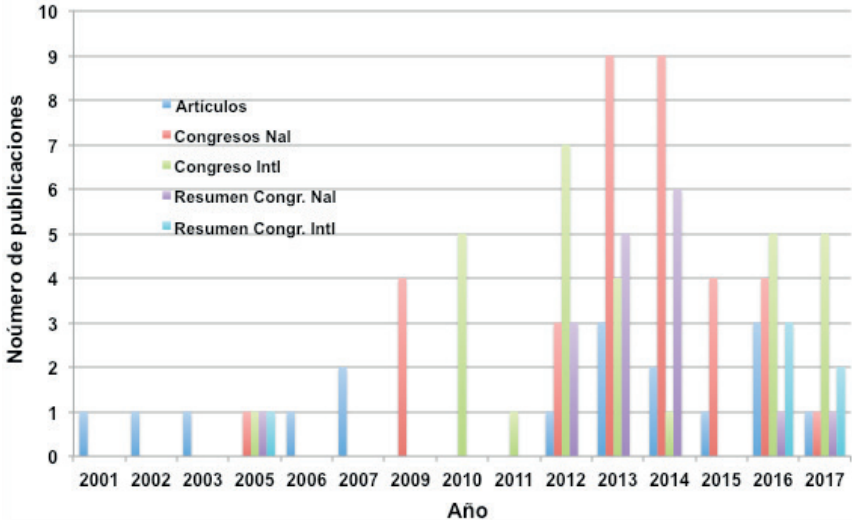
La participación en congresos nacionales e internacionales, así como el envío de resúmenes a estos congresos, fue de manera importante en la generación 2010-2012, seguida de la 2012-2014, y de la 2008-2010, y en las dos últimas generaciones se ha observado una mayor participación en congresos y coloquios. Así como también el envío de resúmenes a congresos nacionales.

Figura 6. Publicaciones y participación en congresos de las generaciones de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología.



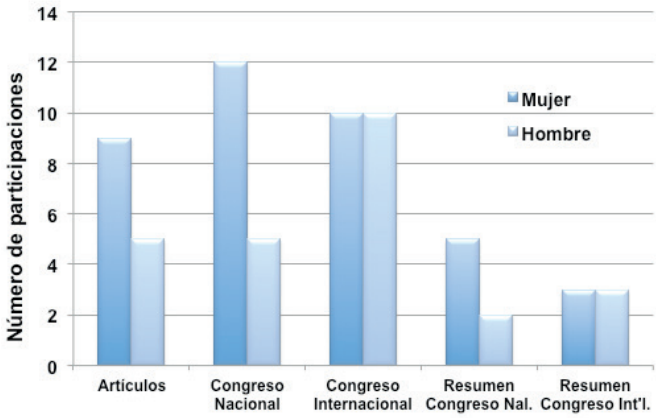
La productividad anual de las diferentes generaciones se registra en la figura 7, en donde se publicaron tres artículos en los años 2013 y 2016. En el 2013 y 2014 hubo una gran participación en congresos nacionales; y en el 2010, 2012, 2016 y 2017 se presentaron más de cuatro trabajos en congresos internacionales. En estos mismos años se presentaron resúmenes en congresos nacionales e internacionales.

Figura 7. Productividad anual de las 12 generaciones de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología.



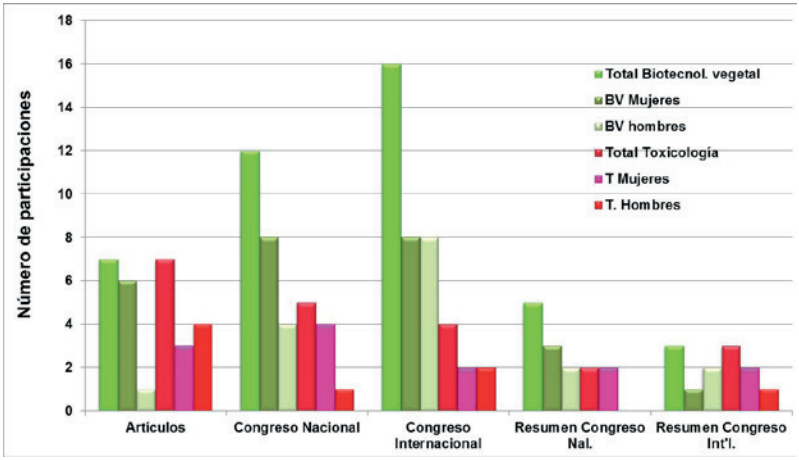
La participación de las mujeres y hombres del posgrado en las publicaciones se presenta en la figura 8: las mujeres tuvieron una mayor productividad en la publicación de artículos (nueve en total), y los hombres cinco. Con respecto a la asistencia en congresos nacionales también las mujeres lo hicieron (ver anexo) en mayor número, 70.6%, y 29.4% fueron los hombres. En congresos internacionales, tanto hombres como mujeres participaron en igualdad, así como también en los resúmenes enviados a los congresos internacionales. De los resúmenes a congresos nacionales el porcentaje mayor fue de las mujeres con 71.4% y 28.6% de los enviados por los hombres.

Figura 8. Participación de mujeres y hombres en las publicaciones y presentaciones en congresos de las 12 generaciones de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología.



Al comparar las dos áreas, podemos decir que el área de Biotecnología Vegetal y de Toxicología presentaron la misma cantidad de artículos, siete en cada una. Sin embargo, las mujeres fueron más productivas en Biotecnología Vegetal, y los hombres en Toxicología (figura 9). Biotecnología Vegetal ha participado de manera importante en los congresos nacionales e internacionales, y con ello la participación de las mujeres. En el área de Toxicología, de acuerdo a la información aportada por los investigadores, ha sido menor la participación tanto de mujeres como de hombres.

Figura 9. Participación de mujeres y hombres en las publicaciones y presentaciones en congresos de las 12 generaciones de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal (BV) o Toxicología (T).



Otra de las actividades, tan importante como las publicaciones, es la generación de patentes y la movilidad de los alumnos. En la generación 2010-2012 se obtuvo una patente, y un premio a la innovación tecnológica. En esta misma generación dos estudiantes realizaron movilidad internacional, la estancia fue en los Estados Unidos de Norteamérica; además de las estancias a nivel nacional de dos estudiantes de la generación 2008-2010 y 2012-2014, y cuatro de la 2016-2018.

De la información obtenida, podemos ver que en las últimas cinco generaciones han alcanzado una mayor productividad, con la patente, la innovación tecnológica y la publicación de artículos, así como también en las presentaciones en congresos nacionales e internacionales.

Perspectivas de la Maestría en Ciencias: Área Biotecnología Vegetal o Toxicología

Con el fin de cumplir con la misión de la Maestría en Ciencias en la formación de recursos humanos altamente capacitados, se tiene como objetivo lograr la internacionalización del posgrado, para de esta manera impactar en el ámbito internacional. Al reconocer que el posgrado es de alta calidad, y se logra una mayor

movilidad nacional e internacional de los estudiantes, fomentando el trabajo inter y multidisciplinario, e incrementar la productividad en este posgrado.

Al incrementar la calidad en la investigación, con una mayor eficiencia terminal, productividad y movilidad es altamente probable que nuestros egresados tengan oportunidades de trabajo tanto a nivel regional, nacional o internacional, con lo que se busca que diversos organismos, como el sector gubernamental y el privado, se interesen en nuestros egresados con alta calidad de capacitación.

Bibliografía

Bonilla Marín, M. "Los actores del posgrado". En *Diagnóstico del Posgrado en México: Nacional*. (Coordinador Marcial Bonilla Marín). México: COMEPO. 2015.

COMEPO. *Diagnóstico del Posgrado en México: Ocho estudios de caso*. Serna González, M., Cabrera Sixto, J. M., Pérez Munguia, R.M., Salinas Rivera, M. (Coordinadores). México: COMEPO.

CONACYT. Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. México: CONACYT. 2016.

IMCO. En <https://imco.org.mx/temas/indice-global-competitividad-2017- via-wef/>. [Consulta: 13 de marzo del 2018].

Martínez Montes, F. y Márquez Jiménez, A. "Los programas de posgrado". En *Diagnóstico del Posgrado en México: Nacional*. (Coordinador Marcial Bonilla Marín). México: COMEPO. 2015.

Plan de Desarrollo Nacional 2013-2018.

The Global Competitiveness Report 2017-2018. En <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>. [Consulta: 13 de marzo del 2018].

CONACYT. En <http://newsnet.conacytprensa.mx/index.php/fotostock/588-mexico-entre-los-10-paises-con-mas-graduados-en-ciencias/4322-areas-del-conocimiento-en-donde-hay-mas-graduados>. [Consulta: 1 de marzo del 2018].

Maestrías en Aguascalientes. En <https://www.emagister.com.mx/maestria/web/search/?searchAction=provincia&segment=maestria%2F&idseg-

ment=2&idPais=7&idProvincia=338&p=3>. [Consulta: 17 de marzo del 2018].

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.(2015). Anexo A. Programa Nacional de Posgrados de Calidad, Programas de Orientación a la Investigación (versión 4.1 ed.). México: CONACYT.

Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2007). Reglamento General de Docencia. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior. En <http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/PRODEP.htm>. [Consulta: 14 de febrero del 2018].

Capítulo VI

Problemas y perspectivas a futuro

Fernando Jaramillo Juárez / Eugenio Pérez Molphe-Balch

En el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 de México se establece que: "Una educación de calidad es la mayor garantía para el desarrollo de todos los mexicanos". También se señala que: "El mundo de hoy experimenta un vertiginoso avance del conocimiento que se traduce en cambios tecnológicos y sociales que en el pasado hubieran sido insospechados. El desarrollo que el país pueda lograr en las próximas décadas dependerá en gran medida de nuestra capacidad para afrontar los retos que la sociedad del conocimiento nos plantea". En este contexto, la totalidad de los posgrados de nuestro país tienen muchos retos que atender con el fin de alcanzar esta visión.

Respecto a la Maestría en Ciencias: área de Biotecnología Vegetal y Toxicología, se pueden señalar algunos de sus retos y las perspectivas de desarrollo para los próximos años. Si bien actualmente se considera un programa consolidado de acuerdo a los criterios del CONACYT, este posgrado tiene importantes áreas de oportunidad que atender en el corto plazo. Entre los más trascendentes destacan: a) Mantener su permanencia en el PNPC-CONACYT y alcanzar el nivel de posgrado de competencia internacional; b) Incrementar la

membresía y el nivel de los profesores-investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI-CONACYT), lo cual tiene que ver directamente con la productividad científica asociada al programa; c) Fomentar la movilidad de profesores y estudiantes a nivel nacional e internacional; d) Mantener, y de ser posible mejorar, la eficiencia terminal del programa; y e) Diseñar y llevar a cabo proyectos de tesis con pertinencia social, es decir, que resuelvan problemas que afectan a la sociedad y fomenten una vinculación efectiva con los diferentes sectores.

PNPC-CONACYT

Actualmente, la Maestría en Ciencias es un programa acreditado por el PNPC del CONACYT en el Nivel Consolidado. Esta instancia define a un programa de este nivel como aquel que "tiene reconocimiento nacional por la pertinencia e impacto en la formación de recursos humanos de alto nivel, en la productividad académica y en la colaboración con otros sectores de la sociedad" (CONACYT, 2018). Este nivel se alcanzó ya hace varios años, y se ha mantenido por varias generaciones del programa. Por este motivo, la siguiente meta del posgrado, muy importante por cierto, es alcanzar el Nivel de Competencia Internacional, que es el más alto que otorga el CONACYT. Este tipo de programas deben cumplir todos los indicadores asociados a un posgrado consolidado, y además contar con "colaboraciones en el ámbito internacional a través de convenios que incluyen la movilidad de estudiantes y profesores, la codirección de tesis y proyectos de investigación conjuntos" (CONACYT, 2018). Esto quiere decir que alcanzar este nivel requiere de un doble esfuerzo, primero mantener los indicadores de calidad que definen a un programa consolidado, y simultáneamente incursionar en lo que tiene que ver con la internacionalización para poder aspirar al más alto nivel dentro del PNPC.

En este contexto, es necesario subrayar que la Maestría en Ciencias es un posgrado orientado a la investigación. Por ello, conviene transcribir las características que el PNPC exige para estos programas educativos: "El posgrado con orientación a la investigación es una formación que le permite al estudiante iniciar su carrera en la investigación científica, humanística o tecnológica, guiado por un profesor o investigador de su área; su trabajo de investigación

genera conocimiento nuevo con la calidad y el valor suficiente para ser aceptado por sus pares para presentarse y/o publicarse en los foros y revistas internacionales de su especialidad o bien para la solución de problemas de los sectores de la sociedad con un enfoque multidisciplinario" (CONACYT, 2018).

De esta manera, la permanencia del programa de Maestría en Ciencias en el PNPC-CONACYT es fundamental para su vigencia y desarrollo, no sólo por el reconocimiento que esto significa, sino por el apoyo que los estudiantes reciben a través de becas de manutención que les permiten una dedicación de tiempo completo al programa. Sin esta acreditación, seguramente el posgrado cerraría sus puertas, a menos que los estudiantes pagaran las cuotas completas establecidas por la UAA en los estudios de este nivel o que se consiguiera un financiamiento externo suficiente para mantener las actividades del programa educativo. Por ello, es necesario cumplir con la normatividad del PNPC para mantener activo el posgrado. Algunos de los puntos a atender para lograr esto son los siguientes.

Productividad científica

Relacionado con lo antes expuesto, conviene señalar que tradicionalmente ha existido un desequilibrio en la productividad científica de la planta académica del programa, ya que hay profesores que publican hasta dos o más trabajos por año, mientras que otros publican poco y, en algunos casos, no son autores de correspondencia. Esta brecha se debe atender y eliminar para lograr una productividad alta y homogénea entre los diferentes profesores, líneas de investigación y salidas terminales del programa. Este es un criterio de evaluación importante del PNPC que debe ser atendido para evitar la salida del posgrado del padrón de este organismo gubernamental.

También es fundamental que una proporción significativa de las publicaciones se deriven de manera directa de las tesis de maestría, y que, por supuesto, los alumnos aparezcan como coautores de los trabajos. Por otro lado, el desarrollo de proyectos de investigación interdisciplinarios es una medida que enriquece el trabajo científico e incrementa el número de publicaciones. Además, si en estos proyectos se incorporan los estudiantes del posgrado como tesistas, se pueden formar recursos humanos de alta calidad académica. Con-

viene subrayar que las publicaciones científicas y la asesoría y graduación oportuna de los estudiantes de posgrado son los dos pilares básicos para que los profesores-investigadores mantengan su membresía en el SNI y lleguen a incrementar su nivel dentro de este sistema. Este indicador es también fundamental para mantener o incrementar el nivel de consolidación del programa, y cada vez es más tomado en cuenta en otros aspectos de importancia institucional como, por ejemplo la acreditación de los programas de pregrado.

El indicador de pertenencia al SNI de la planta académica fue una debilidad en los inicios del programa de maestría. Afortunadamente esta situación fue mejorando de manera permanente hasta convertirse en una fortaleza. Sin embargo, actualmente se ha caído en una situación de riesgo con respecto a este indicador. Esto debido a la jubilación de investigadores con una gran trayectoria como miembros del SNI. Para evitar que esto afecte el desarrollo del posgrado, deben incorporarse investigadores jóvenes, pero ya miembros del SNI y con posibilidades de ascender en los niveles de dicho sistema.

Internacionalización del posgrado y movilidad

Estos factores son importantes para mantener el nivel de programa consolidado, y son fundamentales para alcanzar el nivel de competencia internacional. Considerando que la colaboración entre las instituciones educativas a nivel nacional e internacional es un instrumento valioso y muy útil para fortalecer la educación superior, tanto a nivel de pregrado como de posgrado, la Maestría en Ciencias de la UAA debe de internacionalizarse mediante actividades como el desarrollo de proyectos académicos con universidades y centros de investigación de otros países, la movilidad de sus estudiantes y profesores, la realización de proyectos conjuntos de investigación, el intercambio de información científica, etcétera.

Con relación a la movilidad de profesores, debe señalarse que ya se han realizado acciones al respecto dentro del programa. Como ejemplo, en el marco de la colaboración científica México-Francia, dos profesores de este posgrado realizaron estancias de trabajo en la Universidad de Niza-Francia; además, dos profesoras realizaron estancias en la Universidad de Illinois (Urbana Champaign)-USA y un profesor asistió al Instituto Butantá-Brasil. A pesar de lo an-

terior, estas acciones aún no son suficientes y deberán incrementarse en los próximos años. Asimismo, una de las acciones que puede impulsar el proceso de internacionalización de este posgrado es la inclusión de profesores-investigadores de instituciones de otros países como miembros del comité tutoral de los trabajos de tesis de los estudiantes. Para esto, los grupos de investigación deben vincularse previamente con las instancias externas para que esta colaboración pueda darse sin complicaciones.

Otra acción importante es la movilidad de los estudiantes, lo que les permitiría realizar parte de su tesis en universidades del extranjero o aprender métodos y técnicas analíticas de vanguardia que mejoren su formación académica. Esto también ya se ha dado en la maestría, incluso se cuenta con egresados que han desarrollado la totalidad de su trabajo de tesis en los Estados Unidos y en Canadá. Recíprocamente, ya se ha contado con estudiantes de otros países en el programa. Sin embargo, esta participación de alumnos extranjeros en el programa ha sido mínima.

Estas acciones de movilidad han sido suficientes para mantener al programa dentro del PNPC en el nivel Consolidado, pero como se ha mencionado antes, deben incrementarse de manera significativa para alcanzar el nivel de competencia internacional. Esto es un asunto complejo, ya que el establecimiento de vínculos con las instancias extranjeras con las que se podrían hacer acciones de movilidad depende más de los grupos de investigación que participan en el programa que de la coordinación del mismo. Además, es necesario que la institución desarrolle programas permanentes de apoyo a los estudiantes que pudieran llegar del extranjero, ya que hay factores que parecen sencillos de resolver, pero que para un extranjero que llega a emprender estudios de posgrado pueden resultar complicados, al menos durante su período de adaptación. Ejemplo de estos factores son asuntos como el hospedaje, alimentación, servicios médicos, etcétera.

Eficiencia terminal

Como ya se señaló, este rubro es quizá el más importante para mantener la membresía del posgrado en el PNPC. Al respecto, se debe fomentar la graduación oportuna de los estudiantes, ya que algunos de ellos tardan en hacerlo, lo

que afecta la eficiencia terminal del programa. En este contexto, es fundamental el trabajo que realizan los comités tutorales con los tesistas del posgrado para alcanzar graduaciones oportunas. Uno de los factores identificados en este problema es la demora de algunos estudiantes para escribir su tesis y, como consecuencia, la presentación del examen de grado. El indicador de eficiencia terminal fue crítico en las primeras generaciones del programa, sin embargo, se establecieron mecanismos en el Plan de Estudios que resultaron eficientes para dar seguimiento al trabajo de tesis de los alumnos. De esta manera, se logró solventar esta situación y en las generaciones más recientes este indicador ha sido una fortaleza del programa que debe mantenerse.

Vinculación y pertinencia del posgrado

Desde el punto de vista económico, la pertinencia de la educación superior se relaciona con la atención a las demandas o problemas del sector productivo aunque, en un sentido más amplio, debe atender también los requerimientos de la sociedad en su conjunto. Bajo estas premisas, los estudiantes de la Maestría en Ciencias pueden y deben realizar trabajos de tesis con pertinencia social, es decir, que resuelvan problemas que afectan a la comunidad o los habitantes de la región y del país. En este contexto, la Dirección General de Investigación y Posgrado de la UAA valora la pertinencia de este posgrado, a través de un programa de seguimiento de egresados. Al respecto, en un estudio realizado en el 2009, se encontraron resultados positivos ya que los egresados encuestados afirmaron que: a) la preparación recibida favoreció su desempeño laboral y profesional, b) el plan de estudios y la habilidad didáctica de los docentes y tutores son buenos, y c) existe coherencia entre los contenidos de los programas de estudio y el perfil de egreso. Sin embargo, también señalaron que era necesario fortalecer la planificación y la movilidad de estudiantes a nivel nacional e internacional.

Respecto a la vinculación, el posgrado ha desarrollado proyectos con el ISSEA, SEMARNAT, Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Aguascalientes, INIFAP, Concytea, CONACYT, PRODUCE, IMAE, entre otros. Como ejemplos de estos trabajos se pueden citar: 1) Causalidad de la enfermedad renal crónica de la población infantil del estado de Aguascalientes, 2) Desarrollo

e implementación de pruebas de toxicología acuáticas usando invertebrados de agua dulce, 3) Desarrollo de técnicas para el cultivo y propagación *in vitro* de especies de encinos (*Quercus*spp), 4) Prevención de la transmisión de patógenos respiratorios del cerdo en granjas porcícolas. Propuesta de manejo de residuos, 5) Estudio sobre los agentes, cargas, contaminantes y toxicidad que afectan la cuenca del Río San Pedro en el estado de Aguascalientes, y 6) Aplicación de Métodos biotecnológicos para la propagación y uso racional de plantas adaptadas a la baja disponibilidad de agua.

Abundando sobre este tema, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) recomienda a las universidades "Fortalecer las funciones de servicio a la sociedad, entre ellas, las que estén orientadas a erradicar la pobreza, el hambre, el deterioro del medio ambiente y las enfermedades. Además, reforzar la cooperación con el sector laboral mediante el intercambio de personal y la revisión de planes de estudio mejor adaptados a la práctica profesional y para aprender a aprender".

A su vez, el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 también señala que "si bien los egresados de los distintos niveles educativos deben ser creativos y producir soluciones apropiadas para los contextos en los que se desenvuelven, es en la educación superior, particularmente en el posgrado, en donde la generación de nuevo conocimiento y la creatividad tienen mayor importancia. Por ello, las Instituciones con estudiantes de posgrado tienen la responsabilidad de formarlos para que contribuyan directamente al avance del conocimiento, la innovación y el desarrollo científico y tecnológico, y con ello mejorar los niveles de vida en el país". De estas premisas pueden surgir acciones para mejorar la vinculación del programa de Maestría en Ciencias de la UAA.

Financiamiento

La UAA financia la Maestría en Ciencias en los siguientes rubros: 1) Apoyo anual a los proyectos de investigación (gasto corriente) de los profesores-investigadores, 2) Subsidio mensual de las colegiaturas de los estudiantes (75% del costo), y 3) Asignación anual de un presupuesto para los gastos operativos del posgrado. Si bien en ocasiones surgen necesidades especiales que resulta difícil

cubrir, de manera general puede decirse que el financiamiento institucional es suficiente para cubrir el funcionamiento normal del programa.

Conviene señalar que los profesores que participan en la maestría han gestionado y obtenido apoyos externos para el desarrollo de sus proyectos de investigación de instituciones como CONACYT, Fondos Mixtos-CONACYT, SEMARNAT, CONAFOR, SAGARPA, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, etcétera. Además, los Cuerpos Académicos consolidados y en formación que apoyan al PE, reciben o han recibido apoyos por parte del PIFI y del PROMEP-SEP. Lo anterior ha fortalecido el trabajo académico de profesores y estudiantes de la maestría. Finalmente, de manera periódica se atienden las convocatorias de la SEP que brindan apoyos económicos extraordinarios (por concurso) a las universidades de nuestro país (PRODEP, PIFI y Cuerpos Académicos), lo cual ha contribuido al equipamiento de áreas y laboratorios que apoyan al programa.

Dadas las crisis económicas recurrentes del Gobierno Federal que pueden afectar a futuro el funcionamiento del posgrado, es deseable buscar otras fuentes de financiamiento, como las fundaciones privadas que apoyan proyectos de investigación y becan a estudiantes de licenciatura y posgrado, así como en el sector productivo. Por otro lado, el financiamiento adecuado para el funcionamiento del programa no implica sólo la existencia de los recursos necesarios para su funcionamiento, implica también la existencia de mecanismos ágiles y flexibles que permitan el ejercicio adecuado de los recursos y la atención inmediata a problemas prioritarios. Esta situación no siempre se ha dado y es importante que de manera institucional se trabaje en la simplificación de todos los procesos administrativos que están alrededor de los programas de posgrado.

Comentarios finales

La Maestría en Ciencias es un posgrado orientado a la investigación, por lo que conviene señalar de manera breve la importancia de la ciencia para el desarrollo de los países y el bienestar de la humanidad. Al respecto, los avances sin precedentes del conocimiento científico y tecnológico de los últimos dos siglos continúan incrementándose, ligados al gran potencial de mejorar la calidad de vida de la población mundial y con profundas implicaciones para la economía

global. Por ello, la experiencia ha demostrado que es impensable desligar el desarrollo socioeconómico y cultural de un país de sus avances en ciencia y tecnología. Desafortunadamente, sólo una parte de la población mundial se ha beneficiado de estos avances y del mejoramiento de la calidad de vida. El aumento de la pobreza en muchos países, que es padecida por más de 1,300 millones de personas, evidencia que las estrategias actuales de desarrollo no han tenido los resultados deseados. Por ello, es importante que los países aprovechen la ciencia, la tecnología y la innovación como elementos fundamentales en sus estrategias de desarrollo, de reducción de la pobreza y en la construcción de la sociedad del conocimiento.

Como ejemplo de lo anterior, conviene señalar que en la década de 1970, el desarrollo tecnológico de América Latina y de Asia fue muy semejante. Sin embargo, el incremento de la inversión en educación y en el desarrollo científico y tecnológico realizado por algunos países asiáticos, como China, Corea del Sur, Singapur y otros, contribuyó a que esa región superara a muchos países en vías de desarrollo, incluidos los de América Latina y el Caribe. Al respecto, en México, según datos del CONACYT, el gasto en ciencia y tecnología en el año 2011 representó 0.77% del Producto Interno Bruto (PIB) y actualmente no hemos alcanzado siquiera 1% de ese PIB.

En este contexto, como ya se señaló, el bienestar de las sociedades modernas se relaciona, entre otros factores, con su capacidad de aprovechar los avances científicos. Esto explica, en parte, el crecimiento económico sostenido de los países del primer mundo. Tal fenómeno ha impulsado a las universidades de los países en vías de desarrollo a transformarse y adaptarse a los nuevos escenarios mundiales. De esta manera, actualmente muchas instituciones de educación superior fomentan la aplicación de los resultados de la investigación en el ámbito productivo, aunque también se preocupan por involucrar a la investigación en la formación y actualización de sus profesores, así como en el desarrollo de los estudios de posgrado. Por lo tanto, en los años venideros, las universidades con mayor reconocimiento a nivel nacional e internacional serán aquellas que, además de formar recursos humanos altamente calificados, tengan mayor impacto en los sectores productivo, público y social. Ello, a través del liderazgo de sus egresados, por la investigación pertinente que realicen y por el aporte de modelos innovadores que estimulen el desarrollo sustentable de su comunidad.

Finalmente, en su cuadragésimo aniversario (2013) la UAA renovó su compromiso de seguir actuando de manera responsable y decidida, avanzando hacia la excelencia académica y colaborando en la importante tarea de edificar un país más competitivo, justo y equitativo; que vive en paz y trabaja para poner en alto el nombre de nuestro país en el concierto de las naciones (M. A. Mario Andrade Cervantes, ex rector de la UAA). Este año (2018) se cumplen ya 45 años del nacimiento de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y este compromiso se mantiene vigente y en la institución existe la plena conciencia de que el posgrado es fundamental para alcanzar dicha meta.

Referencias

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 2018. Programa Nacional de Posgrados de Calidad. En <http://www.conacyt.gob.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>. [Consulta: 06 de enero del 2018].

Secretaría de Educación Pública. 2013. Programa Sectorial de Educación 2013- 2018. *Diario Oficial de la Federación*. Viernes 13 de diciembre de 2013.

ANEXOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

ACTA DE LA SESION ORDINARIA DEL H. CONSEJO UNIVERSITARIO, CELEBRADA EL DIA DIECIOCHO DE DICIEMBRE DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UNO.- -

En la ciudad de Aguascalientes, Capital del Estado del mismo nombre, siendo las dieciséis horas del día dieciocho de diciembre de mil novecientos noventa y uno en el salón de reuniones del propio consejo universitario, ubicado en el primer piso del edificio "Gob. J. Jesús Gómez Portugal", dio principio la sesión ordinaria del H. Consejo Universitario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y después de pasar lista de presentes, se verificó la siguiente asistencia:- -

M. en Ing. Gonzalo González Hernández, presidente, L.A.E. Santiago Cortés CHávez, secretario; Dr. C.E. Luis Manuel Macías López, C.P. Celia del Carmen Brand Ayala de Morales, M. en C. Luis Manuel Bustos Arango e Ing. Jorge Pío Monsiváis Santoyo, directores generales respectivamente de Asuntos Académicos, Contraloría, Planeación y Desarrollo y Servicios; Ing. Francisco Javier Hernández Dueñas, M. en C. Juan José Martínez Guerra, Dr. Antonio Avila Storer, C.P. Jaime Humberto Medina Rodríguez y M.E.S. Héctor Elizalde González, decanos respectivamente de los centros Agropecuario, Básico, Biomédico, Económico Administrativo y Tecnológico; M.V.Z. Salvador Cisneros Bosque, M. en Soc. Ramiro Alemán López, M.V.Z. Javier LLamas Viramontes, Dr. David Reynoso Talamantes, C.P. Gustavo Baez Mascorro, Lic. Francisco Javier Perales Durán e Ing. Petronio Villegas González, representantes por el personal académico de los centros Agropecuario, Artes y Humanidades, Básico, Biomédico, Económico Administrativo, Enseñanza Media y Tecnológico respectivamente; señores Juan Salvador Cisneros Guzmán, Fernando de la Serna Ibarra, Srita. Maricela Yesenia Landín Luévano, Luis Fernando Méndez Beltrán, Ricardo López González, Sritas. Irma Fernanda Castro Mora, Marisela Tovar Aboytes, Carlos Alfonso Corral Ramírez, Francisco Rangel Magdaleno, Fernando Zamora Espinoza y Srita. Ma. de los Angeles Parga Romero representates propietarios alumnos de los centros antes mencionados; L.A.E. Maricela Quezada Mendoza y Sra. Ma. Concepción de Lourdes Bernal Ortega, representantes por el personal administrativo de la Universidad. Cabe hacer mención que el M. en Soc. Genaro Zalpa Ramírez y el Lic. Francisco Ramírez Martínez justificaron su ausencia, no así los consejeros alumnos Yadira Hernández Hernández, Luis Felipe Cisneros Martínez y Martha Delgado Guerrero.- -

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

1013

- 2 -

Por haberse acreditado una asistencia mayoritaria' de los miembros del H. Consejo Universitario, se declaró legalmente constituída la sesión en virtud de existir quórum.-

Enseguida se sometió a consideración de este Cuerpo Colegiado el orden del día, mismo que fue aprobado por - unanimidad en los siguientes terminos:- - - - - - - - - - - - -

I.- Lectura del acta de la sesión anterior.- - - -

II.- Informe de actividades del señor Rector.- - - -

III.- Análisis, discusión y aprobación en su caso - del Resumen de Ingresos y Egresos correspon- - diente al mes de octubre de 1991.- - - - - - -

IV.- Distribución del Resumen de Ingresos y Egresos correspondiente al mes de noviembre de 1991, - que será sometido a consideración de este Consejo Universitario en la próxima sesión.- - - -

V.- Análisis, discusión y aprobación en su caso de la Maestría en Ciencias.

VI.- Análisis, discusión y aprobación en su caso de la Revisión Curricular de la carrera de Licenciado en Educación Especialidad Investigación' Educativa.- -

VII.- Análisis, discusión y aprobación en su caso de la Revisión Curricular de la carrera de Licenciado en Sociología.- - - - - - - - - - - - - - -

VIII.- Análisis, discusión y aprobación en su caso - del Presupuesto Global 1992 de la Universidad' Autónoma de Aguascalientes.- - - - - - - - - - -

IX.- Análisis, discusión y aprobación en su caso - del Plan de Arbitrios para el Ejercicio 1992.-

X.- Propuesta para cambiar a calificación numérica la materia de Taller y Prácticas de Trabajo Social.- -

XI.- Informe de actividades de la comisión del programa de radio.- - - - - - - - - - - - - - - - -

XII.- Solicitud del centro de Artes y Humanidades y' algunos profesores para que sea analizada y - aprobada la implementación de un Diplomado en'

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

1016

- 5 -

- Participó en una reunión donde se informó en que consiste el proceso de homologación y una vez aclarado esto, se procederá a imprimir el reglamento para enviarse a la ciudad de México.- -

Continuando la sesión, se sometió a consideración de la asamblea el resumen de ingresos y egresos correspondiente al mes de octubre de 1991, el cual fué aprobado por unanimidad.- -

Acto seguido se distribuyó el resumen de ingresos y egresos correspondiente al mes de noviembre de 1991, el cual será sometido a consideración de este H. Consejo Universitario en la próxima sesión.- - - - - - - - - - - - - - - - -

Para dar cumplimiento al quinto punto del orden del día, el director general de Asuntos Académicos llevó a cabo una explicación relativa a las modificaciones efectuadas al proyecto inicial para la implementación de la MAESTRIA en Ciencias, las cuales fueron realizadas con base a los juicios expresados por personas especialistas externas a la Institución a las que se sometió este proyecto, haciendo una reflexión sobre el costo del proyecto.- - - - - - - - - -

Enseguida el decano del centro Básico llevó a cabo un resumen de los aspectos más relevantes de este proyecto relativos a su justificación y demanda estudiantil, concluyendo que el mismo es factible de aprobarse academicamente, condicionado a que la institución pueda conseguir el apoyo financiero necesario para la implementación de la Maestría, ya que como se dijo anteriormente es un proyecto costoso.- -

Por otra parte se concedió el uso de la palabra al M. en C. Fernando Jaramillo Juárez, al M. en C. Felix Patlán Balandrán y al M. en C. Rosalio Marentes Ontiveros, quienes llevaron a cabo una exposición concreta de los objetivos generales de la Maestría en Ciencias y a las objetivos particulares de cada salida terminal, así como a los contenidos del plan de estudios resaltando la importancia que tiene la implementación de esta Maestría por su influencia para el desarrollo económico del estado, sobre todo en aspectos de Biología Vegetal y Ecología.- -

Asimismo se tuvo la intervención del consejero maestro por el centro Básico, quien leyó el resumen de los dictámenes y opiniones expresadas por los especialistas externos del CINVESTAV que fueron consultados.- - - - - - - - -

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES

1017

- 6 -

Una vez que los miembros del comité de diseño respondieron algunos cuestionamientos que varios consejeros hicieron; y de considerar la propuesta del director general de Asuntos Académicos de que la Maestría se apruebe academicamente condicionando su implementación a que la institución cuente con los recursos financieros necesarios para hacerlo. Este H. Cuerpo Colegiado decidió someter a votación nominal el proyecto, aprobando por unanimidad la MAESTRIA EN CIENCIAS con sus tres salidas terminales en Ecología y Contaminación, Toxicología y Biología Vegetal, conforme al documento que se anexa a la presente acta y con base a los resultados de la votación que se plasma a continuación:- - - - - - - - -

DR.C.E. LUIS MANUEL MACIAS LOPEZ	APROBADA
C.P. CELIA DEL CARMEN BRAND AYALA DE MORALES	APROBADA
M. EN C. LUIS MANUEL BUSTOS ARANGO	APROBADA
ING. JORGE PIO MONSIVAIS SANTOYO	APROBADA
ING. FRANCISCO JAVIER HERNANDEZ DUEÑAS	APROBADA
M. EN C. JUAN JOSE MARTINEZ GUERRA	APROBADA
DR. ANTONIO AVILA STORER	APROBADA
C.P. JAIME HUMBERTO MEDINA RODRIGUEZ	APROBADA
ING. HECTOR ELIZALDE GONZALEZ	APROBADA
M. EN SOC. RAMIRO ALEMAN LOPEZ	APROBADA
M.V.Z. JAVIER LLAMAS VIRAMONTES	APROBADA
DR. DAVID REYNOSO TALAMANTES	APROBADA
LIC. FRANCISCO JAVIER PERALES DURAN	APROBADA
ING. PETRONIO VILLEGAS GONZALEZ	APROBADA
JUAN SALVADOR CISNEROS GUZMAN	APROBADA
FERNANDO DE LA SERNA IBARRA	APROBADA
MARICELA YESENIA LANDIN LUEVANO	APROBADA
LUIS FERNANDO MENDEZ BELTRAN	APROBADA
IRMA FERNANDA CASTRO MORA	APROBADA
MARISELA TOVAR ABOYTES	APROBADA
CARLOS ALFONSO CORRAL RAMIREZ	APROBADA
FRANCISCO RANGEL MAGDALENO	APROBADA
FERNANDO ZAMORA ESPINOZA	APROBADA
MA. DE LOS ANGELES PARGA ROMERO	APROBADA
L.A.E. MARICELA QUEZADA MENDOZA	APROBADA
SRA. MA. CONCEPCION DE LOURDES BERNAL ORTEGA	APROBADA

Dentro del sexto punto del orden del día el director general de Asuntos Académicos explicó que en el proyecto de revisión curricular de la carrera de Licenciado en Educación, Especialidad Investigación Educativa no hay reformas significativas adicionales a las ya efectuadas en el proyecto de tronco común para las carreras de Licenciado en Sociología, Licenciado en Trabajo Social y Licenciado en Historia, presentado con anterioridad a este H. Consejo Universitario.- -

###

ALGUNOS ARTÍCULOS PUBLICADOS DERIVADOS DE TESIS DE LA MAESTRÍA

2001

Estudiante: Pérez Legaspi Ignacio Alejandro

Generación: 1998-1999

Hydrobiologia **446/447:** 375–381, 2001.
L. Sanoamuang, H. Segers, R.J. Shiel & R.D. Gulati (eds), Rotifera IX.
© 2001 *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.*

Acute toxicity tests on three species of the genus *Lecane* (Rotifera: Monogononta)

Ignacio Alejandro Pérez-Legaspi & Roberto Rico-Martínez*
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Avenida Universidad 940, C.P. 20100, Aguascalientes, Ags., México
*(*Author for correspondence)*

Key words: aquatic toxicology, ecotoxicology, metal toxicity, sediment toxicity, rotifers

Abstract

Three rotifer species, *Lecane hamata L. luna*, and *L. quadridentata*, were submitted to acute toxicity tests to compare their susceptibility to 11 toxicants. In acute tests with 48-h exposure of neonates of less than 24 h old, copper was most toxic with LC_{50} values in the range of 0.06–0.33 mg l^{-1}, while acetone was the least toxic with LC_{50} values in the range of 5000–7000 mg l^{-1}. Differences in LC_{50} value of up to 22-fold were found in the susceptibility to lead between the three species. These data indicate large differences in toxicity among members of the same genus, and point out that it is necessary to submit several species to toxicity tests in order to assess the potential effects of toxicants to rotifers. The commonly used *Brachionus calyciflorus* cannot be considered representative of all freshwater rotifers in this respect.

2002

Estudiante: Pérez Legaspi Ignacio Alejandro,

Generación: 1998-1999

SETAC PRESS

Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 21, No. 4, pp. 776–782, 2002
© 2002 SETAC
Printed in the USA
0730-7268/02 $9.00 + .00

TOXICITY TESTING USING ESTERASE INHIBITION AS A BIOMARKER IN THREE SPECIES OF THE GENUS *LECANE* (ROTIFERA)

IGNACIO ALEJANDRO PÉREZ-LEGASPI, ROBERTO RICO-MARTÍNEZ,* and ARIKITZA PINEDA-ROSAS
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Avenida Universidad 940, C.P. 20100, Aguascalientes, Ags., México

(*Received* 31 *May* 2001; *Accepted* 26 *September* 2001)

Abstract—We have developed an esterase inhibition test to investigate the effects of 10 toxicants, including six metals (cadmium, chromium, copper, lead, mercuric chloride, and titanium) and four organics (benzene, ethyl acetate, toluene, and vinyl acetate) in three species of the benthic rotifer genus *Lecane* (*L. hamata*, *L. luna*, and *L. quadridentata*). Metals affect esterase inhibition by an average value of 4,957-fold greater than the four organics tested for the three rotifer species. Most of the EC50 (effect concentration where a 50% reduction in esterase activity is observed) values correspond to environmentally realistic concentrations. Comparisons of acute-to-chronic ratios among these three species showed that in two species, *L. luna* and *L. quadridentata*, esterase inhibition is an outstanding biomarker for most of the toxicants tested.

Keywords—Aquatic toxicology Metals In vivo biomarker Invertebrates

2003

Estudiante: Pérez Legaspi Ignacio Alejandro,

Generación: 1998-1999

SETAC PRESS

Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 22, No. 10, pp. 2349–2353, 2003
© 2003 SETAC
Printed in the USA
0730-7268/03 $12.00 + .00

PHOSPHOLIPASE A2 ACTIVITY IN THREE SPECIES OF LITTORAL FRESHWATER ROTIFERS EXPOSED TO SEVERAL TOXICANTS

IGNACIO ALEJANDRO PÉREZ-LEGASPI and ROBERTO RICO-MARTÍNEZ*
Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Avenida Universidad 940, C.P. 20100, Aguascalientes, Ags., México

(*Received* 15 *August* 2002; *Accepted* 3 *February* 2003)

Abstract—We analyzed three species of *Lecane*, a littoral rotifer, for susceptibility to six metals and four organic toxicants using a fluorometric assay based on inhibition of activity of the enzyme phospholipase A2. The metallic toxicants that we tested included Cd, Cr, Cu, Pb, Hg (as $HgCl_2$), and Ti; the organic toxicants included benzene, ethyl acetate, toluene, and vinyl acetate. The three species differed greatly with respect to their susceptibility to the various toxicants. *Lecane quadridentata*, for example, was particularly sensitive to the four organic compounds (median effective concentration values [EC50] ranged from 6.6×10^{-4}–0.987 mg/L). *Lecane luna*, in contrast, seemed particularly sensitive to metals (EC50 values ranged from 2×10^{-6}–1.92 mg/L). *Lecane hamata* was relatively insensitive to organic solvents (EC50 values ranged from 4.25–126.5 mg/L).

Keywords—Metal toxicity Aquatic toxicology Enzyme inhibition Rotifera

2006

Estudiante: Hernández Flores Saraí

Generación: 2002-2003

Study of the Effects of Pb and Hg Toxicity Using a Chronic Toxicity Reproductive 5-Day Test with the Freshwater Rotifer *Lecane quadridentata*

Saraí Hernández-Flores, Roberto Rico-Martínez

Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Aguascalientes, Ags. C.P. 20100, México

Received 12 January 2006; revised 4 April 2006; accepted 16 April 2006

ABSTRACT: We have developed chronic toxicity reproductive 5-day tests to study the effects of Pb, as $Pb(NO_3)_2$, and Hg, as $HgCl_2$, exposure in the freshwater rotifer *Lecane quadridentata*. We used "*r*" (the instantaneous growth rate) as the endpoint. The test was performed using EPA medium at two food levels (10^5 and 10^6 cells/mL of *Nannochloris oculata*) at a controlled temperature of 25°C and an L/D cycle of 16:8 h. We monitored the levels of both metals, using atomic absorption, at days 0, 2, and 5 of each experiment. Our results showed that rotifers fed at higher food concentrations were capable of withstanding higher levels of metal toxicity than those fed at lower food concentrations (EC50 = 0.704 *versus* 0.664 mg/L^{-1} for lead, $P < 0.05$; EC50 = 0.057 *versus* 0.054 for mercury, $P < 0.05$). Our atomic absorption analysis showed that although 66% of lead nitrate can be taken up by algal cells efficiently and removed from the medium, rotifers also play an important role removing additional lead from the medium (up to 44% in some treatments). In the case of mercuric chloride, most of the mercury is bound by the salts contained in EPA medium or discarded by the organisms, and the remainder is removed by *N. oculata* in <48 h. © 2006 Wiley Periodicals, Inc. Environ Toxicol 21: 533–540, 2006.

Keywords: metal toxicity; rotifer; lead; mercury; detoxification mechanisms

INTRODUCTION

The data obtained from life cycle toxicity tests represent a true approximation to assess ecological risk. However, variations on toxicant concentration during these tests are rarely measured (Güven et al., 1999). This despite that during the test there could be variations in the metal concentration induced by several factors such as temperature (Tsui and Wang, 2004) or acquisition of metals through diet (De Schamphelaere et al., 2004), and contaminated sediments (Gillis et al., 2005). Aquatic invertebrates have been successfully used as model organisms for toxicity tests, given the fact that they have short generation times and its small size that does not require of a big and expensive setup (Snell and Moffat, 1992). Although rotifers are an important component of the aquatic food webs, and they are very sensitive toward many toxicants (Burbank and Snell, 1994), their properties as organisms capable of detoxifying metals have been overlooked.

Lead has been listed by the USEPA as one of the 129 priority contaminants: number 2 (mercury is number 3) in the 2003 ATSDR top 20 hazardous substances list (http://www.atsdr.cdc.gov/cxcx3.html). Lead concentrations of up to 25 mg/L^{-1} have been reported from wastewater in the United States (US Environmental Protection Agency, 1986). All the effects of lead on the organisms are adverse, including those related with survivorship, growth, learning, reproduction, development, and metabolism (Irwin et al., 1998). Lead is the most ubiquitous toxicant metal, and it has been detected in practically all phases of the environment. Lead can substitute calcium and probably zinc in ion dependent phenomena in the synapses, causing damages in

Correspondence to: R. Rico-Martínez; e-mail: rrico@correo.uaa.mx

Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI 10.1002/tox.20218

© 2006 Wiley Periodicals, Inc.

2007

Estudiante: Hernández Flores Saraí
Santos-Medrano Gustavo Emilio
Generación: 2002-2003

Journal of Environmental Science and Health Part A (2007) **42**, 1403–1410
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC
ISSN: 1093-4529 (Print); 1532-4117 (Online)
DOI: 10.1080/10934520701480557

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Determination of toxicity levels in the San Pedro River Watershed, Aguascalientes, Mexico

GUSTAVO EMILIO SANTOS-MEDRANO[1], ELSA MARCELA RAMÍREZ-LÓPEZ[2], SARAÍ HERNÁNDEZ-FLORES[1], PAULINA MARGARITA AZUARA-MEDINA[2] and ROBERTO RICO-MARTÍNEZ [1]

[1] *Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Aguascalientes, Ags, C. P. 20100, Mexico*
[2] *Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Ingeniería Bioquímica, Aguascalientes, Ags, C. P. 20100, Mexico*

A quantitative study of toxicity levels of the San Pedro River and its main tributaries around the city of Aguascalientes, Mexico was conducted. Our study determined individual CL_{50} values for each sampling point at 3 different times of the year corresponding to the main seasons of the year in terms of the hydrological cycle (dry, low rain and high rain season). Those LC_{50} values were used to calculate the acute. Toxicity Units (aTU) that allowed us to compare levels of toxicity along the San Pedro River and two of its main tributaries. The sample that showed highest toxicity was IPIVA. This is due to the large quantity of industrial discharges that receives. Its effluent was responsible for the largest contribution of toxicity to the San Pedro River over the three rounds of sampling of this study. Our study classified an important portion of the San Pedro River and two of its main tributaries in toxic, moderately toxic and lightly toxic. No portion of the river studied was free of toxicity, either acute or sublethal. This study demonstrated that in spite of the operation of several water treatment plants along the San Pedro River, for the most part, the water quality of the river is still unacceptable.

Keywords: Toxicity levels; toxicity units; LC50; water management.

Estudiante: Retes-Pruneda José Luis
Generación: 2000-2001

Bol.Soc.Bot.Méx. **81:** 7-16 (2007)

BIOTECNOLOGÍA

PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE ESPECIES DE *ECHINOCEREUS*, *ESCONTRIA*, *MAMMILLARIA*, *MELOCACTUS* Y *POLASKIA* (CACTACEAE)

JOSÉ LUIS RETES-PRUNEDA, MARÍA DE LOURDES VALADEZ-AGUILAR, MARTHA EVELIA PÉREZ-REYES Y EUGENIO PÉREZ-MOLPHE-BALCH[1]

Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, Aguascalientes, 20100, Ags., México.
[1] Autor para la correspondencia; correo-e: eperezmb@correo.uaa.mx; tel: (449)910-84-20; fax: (449)910-84-01

Resumen: Se desarrollaron sistemas para la propagación *in vitro* a través de la activación de areolas para *Echinocereus knippelianus*, *Echinocereus schmollii*, *Mammillaria carmenae*, *M. carmenae* fo. *rubrisprina*, *M. herrerae*, *M. theresae*, *Melocactus curvispinus*, *Escontria chiotilla* y *Polaskia chichipe*. Como fuente de explantes se usaron plántulas germinadas *in vitro*. Se logró la formación de brotes múltiples a partir de las areolas en medio basal MS con 3% de sacarosa, 10 g L^{-1} de agar y 6-bencilaminopurina (BA) o 6-(γ,γ-dimetilalilamino)purina (2iP). Las eficiencias más altas fluctuaron entre 6.0 brotes por explante en *M. carmenae* fo. *rubrisprina*, hasta 13.5 brotes por explante en *Echinocereus schmollii*. El enraizamiento de los brotes generados *in vitro* se logró en medio basal MS, o en medio MS basal complementado con ácido indolacético, ácido indolbutírico o carbón activado. Finalmente, 49-98% de estas plántulas sobrevivieron en suelo.
Palabras clave: activación de areolas, cactáceas, citocininas, cultivo *in vitro*, plantas amenazadas.

2010

Estudiante: Torres-Guzmán Felix

Generación: 2002-2003

Journal of Environmental Science and Health Part A (2010) **45**, 1–13
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC
ISSN: 1093-4529 (Print); 1532-4117 (Online)
DOI: 10.1080/10934520903388517

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

An assessment of chemical and physical parameters, several contaminants including metals, and toxicity in the seven major wastewater treatment plants in the state of Aguascalientes, Mexico

FÉLIX TORRES GUZMÁN[1], FRANCISCO JAVIER AVELAR GONZÁLEZ[2] and ROBERTO RICO MARTÍNEZ[3]

[1] *Departamento de Química, Universidad Autónoma de Guerrero, Guerrero, México*
[2] *Departamento de Fisiología y Farmacología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México*
[3] *Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México*

Forty-eight hours acute toxicity tests were employed with *Daphnia magna* and *Lecane quadridentata* to assess the influents and effluents of the seven most important wastewater treatment plants (WTP) in the state of Aguascalientes, Mexico, during the 2006 dry and rainy seasons. The WTP of the City of Aguascalientes treated 1948 Ls^{-1}. The remaining six plants treated wastewater in the range from 28 to 93 Ls^{-1}. Plants efficiently removed toxicity when *Daphnia magna* was used as a model organism, but performed poorly when the freshwater rotifer *Lecane quadridentata* was employed. It was observed that biochemical oxygen demand (BOD_5), chemical oxygen demand (COD), conductivity, dissolved oxygen (DO), pH, phenol, methylene blue active substances (MBAS), temperature, and total suspended solids (TSS) were within the maximum allowed levels (MAL) in the effluents during the rainy season. Whereas the BOD_5, total nitrogen, total dissolved solids (TDS) and TSS showed levels greater than the MAL in effluents during the dry season. The levels of BOD, MBAS, and total nitrogen were greater than the MAL in influents. In contrast, the values of TDS and TSS in influents were above the MAL during the rainy season. In the dry season the levels of aluminum (Al), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), chromium (Cr), mercury (Hg) and lead (Pb) in influents and Fe, Mn and Pb in effluents were above the MAL. During the rainy season the levels of Mn, Cr and Hg in influents and those of Mn in effluents were above the MAL. When *D. magna* was used as model organism, acute toxicity units (aTU) for influents ranged from 0.2 to 4.4 and from 0.1 to 0.2 for effluents. These values for effluents are acceptable according to international guidelines. However, when *L. quadridentata* was the model organism, ranges were from 2.0 to 8.3 aTU in influents and from 1.6 to 2.6 aTU in effluents. The treated water that discharges into the San Pedro River would be considered toxic. The results of the toxicity tests demonstrated that the freshwater rotifer *Lecane quadridentata* was more sensitive (in 89.3% of the samples) than the cladoceran *Daphnia magna* when both organisms were exposed to the influents and effluents of the wastewater treatment plants.

Keywords: Metal toxicity, acute toxicity tests, LC50, *Daphnia magna*, *Lecane quadridentata*.

2012

Estudiante: Torres-García Becky Eunice

Generación: 2008-2010

Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Núm. 7 1 de septiembre - 31 de octubre, 2012 p. 1435-1440

Posición de la vaina en la planta y contenido de compuestos nutracéuticos en grano de frijol*

Seedcase position in the plant and nutraceuticals compounds content in beans grain

Becky E. Torres-García[1], Jorge A. Acosta-Gallegos[2], María Guadalupe Herrera Hernández[2], Fidel Guevara-Lara[1] y Salvador Horacio Guzmán-Maldonado[2§]

[1]Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad s/n, Aguascalientes, Aguascalientes. Tel. (01 493) 93 5 71 06, 01 800 822 1190 y (449) 910 7444. (betorresg@gmail.com), (fguevara@correo.uaa.mx). [2]Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km. 6.5. C. P. 38110. Tel. 461 611 5223. Ext. 112, 183 y 128. (jacostagal@gmail.com), (herrera.guadalupe@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: guzman.horacio@inofap.gob.mx.

Resumen

El grano de frijol común es fuente de compuestos con actividad biológica como los taninos condensados, las antocianinas y los fenoles solubles. El frijol presenta una gran variación en el contenido de estos compuestos. El objetivo fue determinar la variación en el contenido de taninos condensados, antocianinas y fenoles solubles en una población masal analizando grupos de semillas obtenidas en diferentes etapas fenológicas definidas por la posición de los nudos y la mezcla de ella proveniente de cinco plantas y cinco posiciones en la planta. Se utilizó la semilla de Negro 8025 y Alubia Chica Zacatecas. Se determinaron los taninos condensados (TC), antocianinas totales (AT) y fenoles solubles (FS). El contenido de estos compuestos se incrementó en la semilla de los nudos conforme subieron en posición en la planta, con excepción de los TC de la variedad Alubia chica. El contenido promedio por planta de los tres compuestos determinados resulto significativamente superior en Negro 8025 en comparación con Alubia Chica (958 vs 57.8 en TC; 114.3 vs 4.2 en AT y 550 vs 278.6 en FS). Se identificaron los intervalos de confianza de los rangos en el contenido de los tres compuestos en las dos variedades para descripción varietal y para estudiar la segregación en progenies derivadas de las variedades estudiadas.

Abstract

Common bean grain is a source of biological active compounds such as condensed tannins the anthocyanins and soluble phenols. Beans present a great variation in the content of these compounds. The objective was to determine the variation in the content of condensed tannins, the anthocyanins and soluble phenols in a mass population through analyzing seeds obtained from different and defined phenological stages by the position of the nodes and its mixture from five plants and five positions in the plant. The seeds of Negro 8025 and Alubia Chica Zacatecas were used. Condensed tannins (CT), total anthocyanins (TA) and soluble phenols (SP) were determined. The content of these compounds was increased in the seed of the nodes according to its higher position in the plant, with the exception of the CT in the variety Alubia Chica. The average content per plant of the three selected compounds resulted in significantly higher compared with Negro 8025 compared to Alubia Chica (958 vs 57.8 in CT; 114.3 vs 4.2 in TA and 550 vs 278.6 in SP). The confidence intervals of the ranges were identified on the content of the three compounds in the varieties for varietal description and to study the segregation in progenies derived from the varieties studied.

2013

Estudiante: Reyes-Silva Alberto Isaac

Generación: 2008-2010

Artículo Científico Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (2): 117 - 125, 2013

ADNc RELACIONADOS CON LA MADURACIÓN DEL FRUTO DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.). CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE EXPRESIÓN

RIPENING-RELATED cDNAs IN GUAVA FRUIT (*Psidium guajava* L.). CHARACTERIZATION AND EXPRESSION ANALYSIS

Alberto I. Reyes Silva[1], Héctor G. Núñez Palenius[2], Gustavo Hernández Guzmán[2], Ángel G. Alpuche Solís[3], Cristina Garcidueñas Piña[1] y José F. Morales Domínguez[1*]

[1]Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad 940, Frac. Ciudad universitaria. 20131, Aguascalientes , Ags. [2]División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda el Copal, Km 9 Carr. Irapuato-Silao. 36500, Irapuato, Gto. [3]División de Biología Molecular, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología, A.C. Camino a la Presa de San José 2055, Lomas 4ta. Secc. 78216, San Luis Potosí.

*Autor para correspondencia (jfmoral@correo.uaa.mx)

RESUMEN

En este estudio se presentan los análisis bioinformáticos y de la expresión de cuatro clonas de ADNc que codifican para una poligalacturonasa (PG), para ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico oxidasa (ACCo), y para dos α-expansinas (α-Exp) en guayaba (*Psidium guajava* L.). Mediante RT-PCR se obtuvo un fragmento parcial de 301 pb (*PgPG1*) correspondiente a una PG que se expresa a partir de fruto maduro, uno de 320 pb (*PgACO1*) para una ACCo de fruto sobremaduro, y dos para α-expansinas: uno de 466 pb (*PgEXP2*) de fruto sobremaduro y otro de 362 pb (*PgEXP3*) de pedúnculo. El análisis bioinformático de los ADNc mostró que codifican para proteínas putativas con una alta homología con proteínas relacionadas. La secuencia de aminoácidos de la proteína parcial PgPG1 contiene regiones características y conservadas de las PGs en plantas superiores y está relacionada con la maduración de frutos; PgACO1 mostró características presentes en todas las ACCo y está relacionada con la maduración; PgEXP2 y PgEXP3 contienen parte de los dos dominios presentes de las expansinas, y están agrupadas filogenéticamente con las α-expansinas. Los estudios de expresión mediante Dot Blot mostraron que el gen *PgPG1* fue visible en todos los estadios de maduración del fruto, con mayor intensidad durante el estadio maduro; el gen *PgACO1* fue visible en los cinco estadios de maduración del fruto y presentó su expresión más alta durante el estadio de transición, cuando comienza el cambio de color verde al amarillo (estos dos genes muestran comportamientos similares a los reportados en frutos climatéricos); en *PgEXP2* la expresión génica se detectó en todos los tejidos, con un incremento a partir del estadio verde 2 al sobremaduro, similar al comportamiento reportado en frutos no climatéricos; para *PgEXP3* la expresión fue visible en cuatro estadios de maduración del fruto y en pedúnculo, con mayor intensidad en el estadio maduro que en todos los demás.

Palabras clave: *Psidium guajava*, reblandecimiento del fruto, ACC oxidasa, expansinas, poligaracturonasas.

PgEXP3 partially contain two domains present in expansins; and they are phylogenetically grouped with α-expansins. Dot Blot expression studies showed that gene *PgPG1* was visible in all stages of fruit ripening, with higher intensity during mature stage. Gene *PgACO1* was visible in the five stages of fruit ripening, and was highest during the transition stage (these two genes displayed behaviors similar to those reported in climacteric fruits); *PgEXP2* gene expression was detected in all tissues, with an increase from the Green Stage 2 to Overripe Stage 1, as it has been reported in non-climacteric fruits; for *PgEXP3* the expression was visible in four stages of fruit ripening and at peduncle, with highest intensity at the mature stage.

Index words: *Psidium guajava*, fruit softening, ACC oxidase, expansins, polygaracturonases.

INTRODUCCIÓN

El proceso de maduración de los frutos es una serie de eventos genéticamente programados, caracterizados por procesos bioquímicos y fisiológicos que alteran su firmeza, color, sabor y textura (Nishiyama *et al.*, 2007). El etileno es la principal molécula involucrada en estos procesos porque coordina numerosas vías metabólicas esenciales en la maduración de los frutos. Su presencia provoca un incremento en los niveles de enzimas hidrolíticas que reblandecen los tejidos, produce hidrólisis de productos almacenados, incrementa la velocidad de respiración y modifica la pigmentación.

Estudiante: Valle-Rodríguez Claudia Montserrat
Generación: 2006-2008

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
Número 57, (19-26) Enero-Abril 2013

Propagación *in vitro* del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México

In vitro propagation of wild laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) and analysis of genetical diversity of central Mexican populations

Claudia Montserrat Valle Rodríguez,[1]
Carlos Antonio Dávila Figueroa,[1] María de Lourdes de la Rosa Carrillo,[1]
Eugenio Pérez Molphe-Balch,[1] José Francisco Morales Domínguez[2]

Valle Rodríguez, C.M.; Dávila Figueroa, C.A.; De la Rosa Carrillo, M.L.; Pérez Molphe-Balch, E.; Morales Domínguez, J.F., Propagación *in vitro* del laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) y análisis de la diversidad genética de poblaciones del centro de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 57, 19-26, 2013.

RESUMEN

El laurel silvestre (*Litsea glaucescens* Kunth) es una especie forestal considerada en peligro de extinción debido a la reducción de sus poblaciones en la colecta inmoderada e ilegal de sus ramas para diferentes usos. En el presente trabajo, se ubicaron y estudiaron algunas poblaciones de laurel silvestre en los estados de Aguascalientes y San Luis Potosí. Para el protocolo de propagación, el mejor tratamiento fue 0.5 mg L^{-1} de BA en medio MS utilizando como explantes segmentos nodales a partir de brotes de semillas maduras germinadas *in vitro* y para el enraizamiento fue con 1 mg L^{-1} de AIB. El dendrograma mostró una separación entre un grupo que incluyó sólo ejemplares de San Luis Potosí y otro que incluyó a otros ejemplares de esta región junto con los de Aguascalientes. Los ejemplares generados *in vitro* se mantuvieron dentro del agrupamiento que incluye la localidad donde se obtuvieron.

ABSTRACT

The wild Laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) is a forestry species considered an endangered species due to the reduction of their population by extensive and illegal collections of their branches for different uses. In this study several populations of wild Laurel in Central Mexico (Aguascalientes and San Luis Potosí States), were localized and studied. The most effective protocol for propagation was obtained from explants generated of the germination of in vitro mature seeds, with 0.5 mg L^{-1} BA. For plant rooting the best treatment was that of 1 mg L^{-1} AIB. The dendrogram showed a separation between a group that included only specimens from San Luis Potosí, and a second group with specimens from San Luis Potosí but also specimens from Aguascalientes. The specimens generated in vitro did not split from the rest and were kept inside the group from the location which they were initially from.

Estudiante: Galicia-Curiel María Fernanda
Generación: 2010-2012

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Toxicon

journal homepage: www.elsevier.com/locate/toxicon

Short communication

Mast cells respond to urticating extract from lepidoptera larva *Morpheis ehrenbergii* in the rat

María Fernanda Galicia-Curiel [a], J. Luis Quintanar [b], Mariela Jiménez [a], Eva Salinas [a,*]

[a] *Laboratory of Immunology, Department of Microbiology, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, C.P. 20131 Aguascalientes, Mexico*
[b] *Laboratory of Neurophysiology, Department of Physiology and Pharmacology, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940, C.P. 20131 Aguascalientes, Mexico*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 1 October 2013
Received in revised form 4 November 2013
Accepted 12 November 2013
Available online 20 November 2013

Keywords:
Morpheis ehrenbergii
Caterpillar
Mast cells activation
Histamine
Urticarial reaction

ABSTRACT

Mast cells and histamine participate in toxic effects of hairs from some caterpillars. This study reports that a crude extract of *Morpheis ehrenbergii* caterpillar hairs induces *in vitro* mast cells activation, triggers the release of histamine and causes a rapid urticarial reaction in the rat skin. Heating of the extract abolishes the inflammatory reaction. These results suggest that the use of antihistamines may improve the adverse skin reactions caused by the Mexican caterpillar *M. ehrenbergii*.

© 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved.

2014

Estudiante: López-Limón Ana Rosa

Generación: 2012-2014

Biotechnol Lett
DOI 10.1007/s10529-014-1657-4

REVIEW

Production and purification of recombinant hypocholesterolemic peptides

Omar González-Ortega · Ana Rosa López-Limón · José Francisco Morales-Domínguez · Ruth Elena Soria-Guerra

Received: 8 July 2014 / Accepted: 29 August 2014
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2014

Abstract Elevated concentrations of cholesterol in plasma are associated with increased risk for heart diseases in humans. Bioactive peptides can be considered as an option to prevent or treat this condition. Currently, there are wide sources of bioactive peptides with hypocholesterolemic activities; however, most researches are focused in bioactive peptides derived from soybean and milk protein. Although there are several preparation methods for these peptides, it is a novel process to prepare bioactive peptides by genetic engineering techniques. In this review, after a general introduction on approaches and advances in bioactive peptides, recombinant strategies to generate hypocholesterolemic peptides and their purification are discussed as well as their application in food and drug design.

O. González-Ortega
Laboratorio de Bioseparaciones, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava 6, 78210 San Luis Potosí, SLP, Mexico

A. R. López-Limón · J. F. Morales-Domínguez
Departamento de Química, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, Fraccionamiento Ciudad Universitaria,

Keywords Bioactive peptides · Cholesterol in plasma · Hypocholesterolemic peptides · Lactostatin · Milk proteins · Purification of peptides · Soy proteins

Introduction

Bioactive peptides are specific protein fragments that have a positive impact on biological functions and may influence health (Domínguez-González et al. 2014). Upon oral administration, bioactive peptides may affect some human systems as cardiovascular, digestive, immune, and nervous systems.

Dietary proteins provide a rich source of biologically active peptides, which promote health by reducing the risk of chronic diseases or improving natural immune protection. These physiologically active peptides are produced from several food proteins during gastrointestinal digestion and/or fermentation of food materials with lactic acid bacteria (Li et al. 2004; FitzGerald and Meisel 2003).

The activity of the bioactive peptides is based on their amino acid composition and sequence, which might vary from 2 to 20 amino acid residues

2015

Estudiante: Roldón-Bretón Nuria Renata

Generación: 2012-2014

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

Número 65: 66-72, mayo-agosto 2015

66

Asma alérgica: mecanismos inmunológicos, fisiopatología y tratamientos actuales

Allergic asthma: immunological mechanisms, pathophysiology and current treatments

Nuria Renata Roldán Bretón[1], Mariela Jiménez Vargas[1], Eva Salinas Miralles[1*]

Roldán Bretón, N. R., Jiménez Vargas, M., Salinas Miralles, E. Asma alérgica: mecanismos inmunológicos, fisiopatología y tratamientos actuales. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 65: 66-72, mayo-agosto 2015.

RESUMEN

El asma es una enfermedad crónica de las vías aéreas que afecta a más de 300 millones de personas en todo el mundo, generando aproximadamente 250,000 muertes anuales. El asma alérgica es el fenotipo clínico más común de la enfermedad. En su etiología influyen múltiples factores genéticos y medioambientales y en su desarrollo participan muchas células inflamatorias como mastocitos, eosinófilos, neutrófilos, linfocitos T y células epiteliales. Los mediadores inflamatorios liberados por estas células generan y mantienen un estado de inflamación crónica que induce broncoconstricción, hiperreactividad bronquial y cambios estructurales en las vías aéreas. Descifrar y entender los mecanismos inmunológicos exactos involucrados en el desarrollo de asma alérgica es de crucial importancia para el desarrollo de nuevos tratamientos. El propósito de este trabajo es revisar la información más reciente sobre los elementos moleculares y celulares relacionados con el asma alérgica, así como su fisiopatología y los tratamientos actuales.

ABSTRACT

Asthma is a chronic inflammatory lung disease that affects more than 300 million persons all over the world, resulting in approximately 250,000 annual deaths. Allergic asthma is the most common clinical phenotype of the disease. Its etiology involves multiple genetic and environmental factors. Many inflammatory cells, including mast cells, eosinophils, neutrophils, T lymphocytes and epithelial cells, play crucial roles in its development. Inflammatory mediators released by these cells cause sustained chronic inflammation, triggering bronchoconstriction and structural changes in the airways. Understanding the exact immunological mechanisms involved in the development of allergic asthma is crucial to generate new treatments. The aim of this work is to review the most recent information on molecular and cellular elements associated with allergic asthma, its pathophysiology and current treatments.

INTRODUCCIÓN

2016

Estudiante: Hernández-Ruíz Esmeralda

Generación: 2012-2014

ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere

Adverse effects and bioconcentration of chromium in two freshwater rotifer species

Esmeralda Hernández-Ruiz [a], Jesús Alvarado-Flores [b], Isidoro Rubio-Franchini [c], Javier Ventura-Juárez [d], Roberto Rico-Martínez [a, *]

[a] Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química. Avenida Universidad 940, Ciudad Universitaria, CP 20131, Aguascalientes, Ags., Mexico

[b] Catedrático CONACYT/Unidad de Ciencias del Agua, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Cancún, Quintana Roo, Mexico

[c] Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes. Laboratorio Estatal de Salud Pública. Aguascalientes, Ags., Mexico

[d] Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Morfología, Avenida Universidad 940, Aguascalientes, Ags., CP 20131, Mexico

HIGHLIGHTS

- Bioaccumulation of Cr III and Cr VI and its adverse effects were studied in two rotifer species.
- For Cr VI, 24-h LC_{50} ranged from 4.7×10^{-5} to 4×10^{-6} mg/L, whereas that for Cr III ranged from 0.64 to 1.279 mg/L.
- Bioconcentration factors (BCFs) of Cr III rotifers are four orders of magnitude higher than those of Cr VI.
- X-ray microanalysis showed that Cr is found in intoxicated rotifers, but not in control ones.
- Harder lorica of *Lecane quadridentata* acts as a barrier and accumulator of Cr VI.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 13 January 2016
Received in revised form
11 April 2016
Accepted 22 May 2016

Handling Editor: Caroline Gaus

Keywords:
Hexavalent chromium
Trivalent chromium
Metal toxicity
Aquatic toxicology

ABSTRACT

Bioaccumulation of trivalent (CrIII) and hexavalent chromium (CrVI), and its adverse effects were studied in two rotifer species: *Brachionus calyciflorus* (two different strains), and *Lecane quadridentata*. Median Lethal Concentration (LC_{50}) at 24 h of both species showed that CrVI is highly toxic: LC_{50} ranges from 4.7×10^{-5} to 4×10^{-6} mg L^{-1}), compared with CrIII: LC_{50} ranges from 0.64 to 1.279 mg L^{-1}. Using the LC_{50} as an exposure concentration, and using atomic absorption, the bioconcentration factor (BCF) was obtained and BCFs of rotifers exposed to CrIII are four orders of magnitude lower than BCFs of rotifers exposed to CrVI. The effect of Cr on the elemental composition of the two species of rotifers in their structures by X-ray microanalysis by energy dispersion showed that Cr is found in intoxicated rotifers, but not in control rotifers. The basal immunoreactivity to metallothioneins is greater in *B. calyciflorus* than *L. quadridentata*. The immunoreactivity to metallothioneins decreases in *B. calyciflorus* when is exposed to CrIII, in contrast in *L. quadridentata* the immunoreactivity to metallothioneins increase when is exposed to CrIII, and the immunoreactivity to CrVI in *L. quadridentata* decrease. A mechanism is proposed in which the harder lorica of *L. quadridentata* acts as a barrier and accumulator of CrVI, and allows for attenuating responses like metallothionein production in *L. quadridentata*. Instead, in *B. calyciflorus* the lack of a harder lorica allows for deeper penetration of CrVI, and no time to produce attenuating measures.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Estudiante: Roldán-Bretón Nuria Renata
Generación: 2012-2014

Inflamm. Res. (2016) 65:273–283
DOI 10.1007/s00011-015-0913-y

Inflammation Research

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Glycomacropeptide administration attenuates airway inflammation and remodeling associated to allergic asthma in rat

Nuria Renata Roldán[1] · Mariela Jiménez[1] · Daniel Cervantes-García[1] · Estefanía Marín[1] · Eva Salinas[1]

Received: 29 September 2015 / Revised: 22 December 2015 / Accepted: 28 December 2015 / Published online: 11 January 2016
© Springer International Publishing 2016

Abstract
Objective Glycomacropeptide (GMP) is a bioactive peptide derived from milk that has been reported to exhibit a range of anti-inflammatory and immunomodulatory properties. The aim of this study was to analyze the prophylactic effect of GMP administration on airway inflammation and remodeling in an experimental model of asthmatic rat.
Methods Animals treated orally with or without GMP (500 mg/kg/day) were ovalbumin-sensitized and -nebulized and several indicators of Th2 response, airway structural changes and inflammatory cells recruitment were evaluated.
Results Treatment with GMP prior and during asthma development resulted in reduction of allergen-specific IgE titers in serum and blood eosinophilia. Also, GMP substantially suppressed the recruitment of inflammatory cells to bronchoalveolar compartment. Histological studies demonstrated that GMP markedly inhibits eosinophils infiltration, goblet cells hyperplasia and collagen deposit in lung tissue. The latter effect was related with an inhibition in transforming growth factor-β expression. In addition, expression of interleukin-5 and -13 were substantially inhibited in lung while that of interleukin-10 was increased.
Conclusion Our results suggest that administration of GMP may prevent the development of an excessive Th2 response in asthma and effectively ameliorates the progression of the disease.

Keywords Glycomacropeptide · Asthma · Airway inflammation · Airway remodeling · Th2 cytokines

Responsible Editor: John Di Battista.

✉ Eva Salinas
emsalin@correo.uaa.mx

Introduction

Allergic asthma is a chronic respiratory disease characterized by airway inflammation, airway hyper-responsiveness, mucus hypersecretion and airway remodeling, as result of exposition to the allergen [1]. It is classified as a type 1 hypersensitivity reaction that involves an immune-inflammatory response driven by Th2 cells, with the consequent allergen-specific IgE production [2]. Mast cells activation by allergen results in the immediate release of mediators

2017

Estudiante: Muñoz-Alemán Jazmín Marisela

Generación: 2012-2014

Contents lists available at ScienceDirect

South African Journal of Botany

journal homepage: www.elsevier.com/locate/sajb

In vitro propagation from bud and apex explants of *Moringa oleifera* and evaluation of the genetic stability with RAMP marker

J.A. Avila-Treviño [a], J.M. Muñoz-Alemán [a], E. Pérez-Molphe-Balch [a], A. Rodríguez-Sahagún [b], J.F. Morales-Domínguez [a,*]

[a] Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Laboratorio de Biología Molecular de Plantas, edificio # 60 C.U. Av. Universidad # 940 Fracc. C.U., C.P. 20131 Aguascalientes, Ags., México

[b] Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Ciénega, Av. Universidad N° 1115, Col. Lindavista, C.P. 47820 Ocotlán, Jalisco, México

ARTICLE INFO

Article history:
Received 29 February 2016
Received in revised form 29 June 2016
Accepted 2 October 2016
Available online xxxx

Edited by J Van Staden

Keywords:
Medicinal plant
Somaclonal variation
Regeneration
Explant

ABSTRACT

Moringa oleifera is the best known species of the Moringaceae family attributed with several medicinal uses and a high nutritional value. This plant is native of the western sub-Himalayan and now is distributed worldwide. The conventional way to propagate Moringa is by seeds, causing its growth to be slow. An alternative to propagate plants in less time and greater number is through plant tissue culture (PTC), which broadly refers to cultivation of plant cells, tissue and organs on artificial medium under aseptic and controlled environmental conditions. Therefore, in this study, an effective system for mass propagation of *M. oleifera* and the genetic stability with RAMP marker has been implemented. For the propagation, explant of buds and apices of the cotyledon node was used in MS medium and without Plant Growth Regulators (PGR). During indirect regeneration, the best treatment corresponded to the combination of 1 mg L^{-1} BA and 0.2 mg L^{-1} AIA, which had a maximum of 14 buds per explant; with the same treatment, but using leaves as explants there was mass production of roots. Acclimatization and ground transference of plants into the soil had 95% survival average. DNA from leaves propagated and regenerated and *ex vitro* plants were used to study genetic variability through Random Amplified Microsatellite Polymorphism (RAMP); the dendrogram of this assay did not show any significant variation between the plants. The *in vitro* propagation protocols developed here would be useful to obtain mass plants in less time and enhance propagation.

© 2016 SAAB. Published by Elsevier B.V. All rights reserved.

Biotecnología Vegetal o Toxicología
Dos caminos a la excelencia

El cuidado de la edición estuvo a cargo
del Departamento Editorial de la Dirección General de Difusión
de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.