



MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA PRODUCTIVA UN POSGRADO CERCANO A LA INDUSTRIA EN MÉXICO

Ramírez-López, C. y Pérez-Cano, E.

Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada.
ExHacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5,
Tlaxcala C.P. 90700 México. caramirezl@ipn.mx

RESUMEN

La Biotecnología es una de las áreas del conocimiento científico que ha logrado una evolución más acelerada en las últimas décadas y una de las que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores económicos. Contribuye con soluciones técnicas susceptibles de aplicación industrial, a la generación de procesos, productos o servicios; en particular los orientados al mejoramiento en salud, producción agrícola y pecuaria, prevención del deterioro y mejoramiento del medio ambiente. En este contexto, el Programa de Maestría en Biotecnología Productiva (MBP), es un programa creado para fortalecer la colaboración en Investigación, Desarrollo e Innovación (ID+I) entre los agentes del sistema Ciencia-Tecnología-Sector productivo. Con el objetivo de incentivar la participación de la industria en proyectos específicos, que faciliten la innovación en áreas biotecnológicas con proyección económica y comercial, a fin de impulsar la realización de proyectos de investigación industrial que incrementen la capacidad científico-tecnológica de las empresas.

Palabras clave: Biotecnología productiva, Vinculación, Industria

1. SURGIMIENTO Y PERTINENCIA DE LOS POSGRADOS CON LA INDUSTRIA

Los posgrados con la industria surgen de forma pertinente (Figura 1), a partir de una iniciativa



Figura 1. Pertinencia de los posgrados con la Industria (CONACyT, 2015).

impulsada por el CONACyT en el año 2012 ante los cambios sociales, culturales, tecnológicos y económicos que en esos momentos enfrentaba el país. Se caracterizan por la colaboración entre instituciones de educación superior y actores externos a ellas, específicamente empresas u organizaciones productivas interesados en proporcionar formación del más alto nivel a su personal y a otros profesionales, con influencia o impacto en sus áreas de Innovación y Desarrollo (CONACyT, 2015).

El programa de Maestría en Biotecnología Productiva es un programa que se imparte en el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA) a partir del 1º de agosto de 2012, tras ser autorizado por el Consejo General Consultivo mediante el acuerdo publicado en la Gaceta Politécnica (Figura 2), en su edición extraordinaria número 947 bis Vol.14 del 31 de julio de 2012. Aprobándose en esa misma fecha la propuesta de plan y programa de estudios para ser impartido junto con la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI).



Figura 2. Gaceta Politécnica en la que se aprueba la Maestría en Biotecnología Productiva.

2. PLAN DE ESTUDIOS Y MODELO EDUCATIVO

La conformación del plan de estudios de la MBP se estableció partir de un ejercicio minucioso de encuestas realizadas al sector productivo, empresarial y académico. Los criterios de creación y/o modificación de estas asignaturas se basan en una retroalimentación como resultado de la interacción de los profesores con los grupos industriales vinculados al programa y las necesidades de los proyectos de investigación desarrollados por los profesores y sus estudiantes. Así mismo, conforme a las exigencias actuales y el impulso del IPN hacia la vanguardia en materia de educación, la impartición de las materias se realiza apoyados en el modelo de educación 4.0 el cual promueve la flexibilidad en el aprendizaje en términos de tiempo, espacio y contenidos de calidad. Lo cual implica retos en un esquema bajo el cual el estudiante apoyado en nuevas herramientas de aprendizaje adquiere conocimientos en forma presencial y a distancia, optimizando tiempos y aprovechando las bondades que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación (TICs), basado en ambientes multiculturales y multidisciplinarios que desarrollan en él competencias como la creatividad, la resolución de problemas, comunicación asertiva y la innovación, con un alto compromiso social (Toro-González, 2019).

2.1 Formación de recursos humanos altamente especializados

El enfoque Industrial y las líneas de investigación que se desarrollan en el programa de Maestría en Biotecnología Productiva, son las principales razones que han expresado nuestros estudiantes al ingresar a este posgrado, pues reconocen que a través de su plan de estudios y la dinámica de trabajo con el sector productivo, desarrollarán capacidades que les permitan contribuir de manera acertada y objetiva con la autonomía científica y tecnológica en áreas afines a la Biotecnología que requiere nuestro país. A través de sus dos sedes (CIBA y UPIBI), el programa de MBP ha captado un total de 152 alumnos, los cuales proceden de diferentes instituciones tanto públicas como privadas, no sólo del país sino también del extranjero (Figura 3).

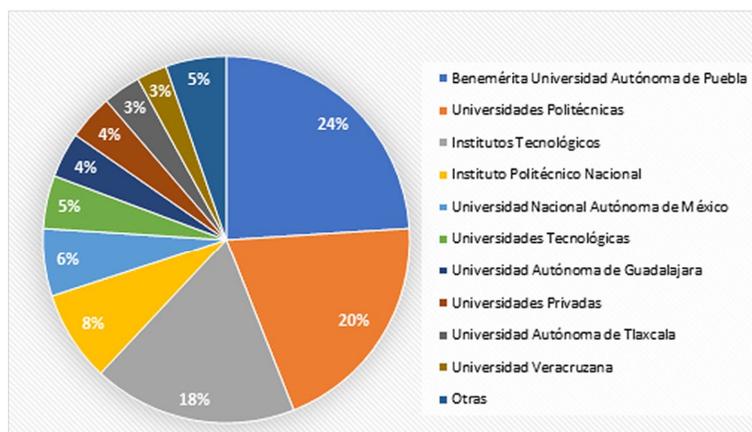


Figura 3. Instituciones de procedencia de los alumnos de la Maestría en Biotecnología Productiva.

A la fecha, se han graduado 87 estudiantes del programa de MBP, con una tasa de graduación que oscila entre el 60% y el 100%. Si bien las cifras son importantes, lo más destacable es que durante su formación, nuestros estudiantes han ampliado su capacidad de respuesta al ser expuestos a escenarios reales de trabajo en las empresas proponentes. Tras haber concluido, estos nuevos Maestros en Ciencias nos comparten sus logros y éxitos profesionales, a través de una encuesta interna de seguimiento de egresados (datos no publicados), de la misma podemos resumir que más del 15% ingresó a algún programa de Doctorado, alrededor del 40% realiza actividades docentes, un 5% fundó su propia empresa, mientras que un 35% se desempeña como asesor de investigación en algún área afín a la biotecnología en el sector público o privado.

2.2 Movilidad Académica

El reconocimiento del Programa de Maestría en el PNPC (2012 al 2016), propició que los estudiantes contaran con la oportunidad de realizar estancias académicas en instituciones nacionales y extranjeras, en el periodo comprendido de enero de 2014 al 31 de mayo de 2018. Entre las Universidades más destacadas se encuentran: la Universidad de Alberta y la Universidad de Columbia Británica, en Canadá; el Centro de Bioquímica Avanzada en Reino Unido; la Universidad de Ghent en Bélgica; las Universidades de Nueva Jersey, Idaho, Washington, y Florida en EUA; el Instituto Leibniz para la Investigación de Productos Naturales y Biología de Infecciones en Alemania. Dicha movilidad fomentó el ejercicio académico y fortaleció

habilidades de idioma de nuestros estudiantes en puntos estratégicos de reconocimiento internacional. La movilidad a nivel Nacional contó con la colaboración de investigadores de instituciones como: la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Universidad Metropolitana, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, UNAM; Instituto Mexicano del Petróleo y el INIFAP Campus San Martinito. Pero sin duda, una de las experiencias más enriquecedoras para nuestros estudiantes fue el haber tenido la oportunidad de incorporarse a los equipos de trabajo en áreas de investigación de las empresas participantes en el programa: Sigma Alimentos, Nutrilite, Nutek, Agroenzimas, Enmex, Metco, Laboratorios LEI, Grupo Rosmar, Biofertilizantes Mexicanos, Altecsa, Kraft Food, Corporativo Marort, Producción Genética Agropecuaria de México, entre otras.

2.3 Cuerpo académico y líneas de investigación

El Cuerpo Académico del programa de la Maestría en Biotecnología Productiva está conformado por investigadores multidisciplinarios en el campo de la Biotecnología que permite el desarrollo de proyectos con una visión muy clara hacia la aplicación e innovación tecnológica. La participación de los profesores y estudiantes del programa de Maestría en Biotecnología Productiva está relacionada con el sector atendido. Para lo cual se han establecido las líneas de investigación que den respuesta a necesidades específicas:

- Biotecnología Ambiental
- Biotecnología Agrícola
- Biotecnología Alimentaria
- Bioprocesos

2.4 Vinculación para el fortalecimiento de la infraestructura del programa

El CIBA es reconocido como un promotor de la vinculación dentro del IPN, está orientado a la transformación y mejora de la agroindustria. El programa de Maestría en Biotecnología Productiva opera sobre la base de convenios entre las instituciones académicas y empresas participantes, en el que se contemplan diversos aspectos como: temas o proyectos propuestos; trabajo experimental en plantas

y laboratorios, ya sea académicos, empresariales o de ambos; costos asociados al programa de posgrado y/o movilidad según sea el caso; compromisos de las partes; entre otros. La incorporación de especialistas de la industria es necesaria para reforzar la docencia, investigación y vinculación, con el fin de optimizar el uso de infraestructura y el talento en acciones conjuntas. Al respecto, el programa de MBP además contar con un experimentado Núcleo Básico Académico, cuenta con el respaldo de un nutrido grupo de expertos conformado por más de 30 especialistas tanto de la industria (Laboratorios LEI, Sigma Alimentos, Química Rosmar, Metco, Nutravia, etc.), como de otras instituciones nacionales (CINVESTAV, CIATEJ, UAG, UNAM, BUAP, UDLAP, COLPOS, entre otras) y extranjeras (Universidad de Idaho), quienes aportan su reconocida experiencia al programa. Este acercamiento y clima de confianza genera un ambiente de cooperación, entre la institución y la Industria, compartiendo la responsabilidad del programa, desde el diseño del plan de estudios hasta el financiamiento y la evaluación de sus resultados e impactos. Específicamente, la vinculación desarrollada en el marco del programa de Maestría en Biotecnología Productiva ha involucrado la participación de más de 53 empresas con presencia en diferentes estados del país (Figura 4).



Figura 4. Cobertura en Vinculación de la Maestría en Biotecnología Productiva

La participación de estas empresas en el posgrado es dinámica y se contempla desde el inicio de un proyecto de tesis, al definirse por consenso y mutuo acuerdo

cuál será el tema que atenderá las necesidades expresadas por la misma. Esta colaboración empresa-academia-alumno se formaliza mediante el convenio tripartita y su anexo único, en el cual se mencionan las actividades a realizar y reportar, así como los participantes de la empresa encargados de recibir y verificar el cumplimiento de dichos compromisos. De esta manera, diversos proyectos han hecho posible la construcción de una planta piloto en el CIBA y el equipamiento de esta para realizar bioseparaciones y destilaciones a nivel piloto, lo que permite una interfase de los laboratorios académicos con la industria. Cuenta además con una infraestructura sólida la cual consta de: laboratorios de análisis especializado, alrededor de siete aulas, áreas de invernadero, biblioteca con acervo físico y electrónico, área de estudio y un auditorio. También los estudiantes pueden acceder a los laboratorios y/o campos experimentales de las empresas para el desarrollo de sus tesis.



Figura 5. Planta piloto – CIBA Tlaxcala

2.5 Productos de investigación tecnológica generados

El CIBA y UPIBI cuentan con una planta docente y de investigación con experiencia de desarrollo tecnológico conjunto academia-empresa. Desde el año 2000 se han generado proyectos de colaboración vinculados con el sector productivo con pequeños productores y grandes empresas, que han derivado en; diez patentes, una transferencia de tecnología y al menos 3 contratos de licenciamiento de patentes en las ramas de la Agroindustria y Alimentos, principalmente.

En la Tabla 1, se muestra la recopilación de datos de productividad del cuerpo académico de 2012 al 2019.

Tabla 1. Productividad del Núcleo Académico Básico (NAB).

Productos	Cantidad
No. de Proyectos vinculados con empresas ¹	88
Desarrollos tecnológicos ¹	1
Patentes otorgadas ¹	6
Patentes en trámite ¹	5
Licenciamiento de patentes ¹	3
Artículos ²	116
Libros ²	11
Capítulos de libro ²	15
Participación en congresos ²	166

Fuentes: 1. Subdirección de vinculación CIBA, 2019;
2. Reporte Plataforma PNPC CONACyT, 2019.

Proyectos destacables asociados a la formación de recursos humanos de la Maestría en Biotecnología Productiva (Profesor responsable/Alumno participante):

- 2012. Nutek S.A de C.V. “Desarrollo de un inóculo microbiológico para su aplicación en ensilados de maíz forrajero”. M. en C. Guillermo Cruz Nicolás/María de los Ángeles César Bárcenas.
- 2013. Sigma Alimentos Noreste S.A de C.V. “Desarrollo de un proceso con alto nivel de innovación para mejorar las propiedades funcionales de las proteínas séricas de la leche mediante sistemas de biotecnología enzimática, procesos de entrecruzamiento y/o copolimerización”. Dr. Sergio Rubén Trejo Estrada y Dra. Oxana Lazo Zamalloa/Cherry Ibarra Romero.
- 2014. Alteca S.A. de C.V. “Desarrollo de tecnologías de extracción, estabilización y purificación de pigmentos de grado alimenticio a partir de productos naturales”. Dr. Erik Ocaranza Sánchez/Sulem Yali Granados Balbuena.

• 2015. Metco S.A. de C.V. “Desarrollo y estabilización fisicoquímica y microbiológica de azúcares de granulometría controlada”. M. en T.A. Karla Nallely Rivera Hernández/Adrian Alfonso Castillo Dia.

• 2016. Agroaltamira Ometepec S.C. de R.L. de C.V. “Diseño de encapsulados enzimáticos y probióticos mineralizados como aditivo funcional de alimentos forrajeros”. Responsable técnico: Dr. Víctor Eric López y López; Alumno asociado: Carlos Hernández Barranco.

• 2017. Café Tostado de Exportación S.A. de C.V. “Determinación de carbohidratos libres y totales de los granos de café y su importancia en la calidad de café soluble”. Dr. Miguel Ángel Plascencia Espinosa/Maria Alberta Candia Cogco.

• 2018. Nutrilite S.R.L. de C.V. “Desarrollo de un proceso enzimático para la obtención de dextrinas a partir de almidón de camote (*Ipomoea batatas*)”. Dra, María Reyna Robles López/Amelia Teresa Silva Cárdenas.

• 2019. Miel Arcoiris S. de P.R. de R.L. “Caracterización de compuestos antimicrobianos contra *Melissococcus Plutonius* producidos por cepas microbianas aisladas de colmenas”. M. en T.A. Marisol Sánchez Esgua/Kermin Dayan Peña Santoyo.

3. CONCLUSIONES

México enfrenta grandes problemas nacionales cuya solución requiere el uso responsable del conocimiento científico y tecnológico, y la participación concertada de todos los sectores. Por lo tanto, se requiere una cooperación estrecha entre actores sociales con

intereses diversos pero convergentes. El programa de Maestría en Biotecnología Productiva al incorporar el desarrollo de competencias para la investigación se ha tornado cada vez más en instrumento para favorecer la formación de profesionales de alto nivel capaces de identificar, definir y resolver problemas, así como generar oportunidades de innovación en un vasto espectro de áreas y aplicaciones. Sólo de esta manera es posible contribuir al fortalecimiento de la competitividad y productividad de las empresas mediante la formación de recursos humanos de alto nivel aptos para aplicar el conocimiento, desarrollar soluciones tecnológicas y con capacidad de innovar y de convertirse en los interlocutores entre la industria y la academia.

4. REFERENCIAS

1. CONACyT. 2015. Marco de referencia de Posgrados con la Industria versión 6.0.
2. CONACyT, 2019. Portal de Aplicaciones CONACyT, Plataforma Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).
3. Gaceta Politécnica. 2012. 31 julio 2012, Número extraordinario 947 Bis, Vol 14.
4. Trejo-Estrada, S.R. y Ramírez-López, C. 2012. Situación Nacional de la Biotecnología y su Factibilidad de Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional. ISBN: 978-607-414-329-4.
5. Toro-González, Jorge. Educación 4.0. 2019. Revista *Conversus* No.137, pp. 13.

