

# LA CARRERA DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR: ESLABÓN IMPRESCINDIBLE EN EL DESARROLLO LOCAL CUBANO

## BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY CAREER: AN ESSENTIAL LINK FOR CUBAN LOCAL DEVELOPMENT

### Datos de los autores

Georgina Espinosa López, [georgina@fbio.uh.cu](mailto:georgina@fbio.uh.cu), Facultad de Biología, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, Dr. Ciencias Biológicas.

Isabel Fabiola Pazos Santos, [fpazos@fbio.uh.cu](mailto:fpazos@fbio.uh.cu), Facultad de Biología, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, Dr. Ciencias Biológicas

Olimpia V. Carrillo Farnés, [ocarrillofarnes@gmail.com](mailto:ocarrillofarnes@gmail.com), Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Jubilada La Habana, Cuba. Dr. Ciencias Biológicas

Amilcar Arenal Cruz, [amilcar.arenal@reduc.edu.cu](mailto:amilcar.arenal@reduc.edu.cu), Universidad de Camagüey Vicerrector de Investigación, Camagüey, Cuba. Dr. Ciencias Biológicas,

Humberto Morris Quevedo, [morrishumberto@gmail.com](mailto:morrishumberto@gmail.com), Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI), Director, Santiago de Cuba, Cuba Dr. Ciencias Biológicas

### Resumen en español

El Plan nacional de desarrollo económico y social y los Lineamientos aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba conceden importancia a los procesos de desarrollo territorial y local. Ello requiere de conocimientos, capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. El sistema de educación superior debe jugar un papel relevante en la atención a esas necesidades del desarrollo. La carrera de Bioquímica y Biología Molecular (BBM) dirigida y coordinada por la Facultad de Biología es una carrera nacional, sus egresados desempeñan una labor importante para todo el país y son necesarios en sus territorios de orígenes. Cada año la matrícula que se otorga a las carreras universitarias derivan de las necesidades territoriales de graduados de determinada especialidad, pero los egresados de la carrera de BBM en una gran parte no regresan a sus lugares de origen donde su labor es necesaria. Es importante para la carrera de BBM considerar en el concepto de sostenibilidad no solo el aspecto conceptual de esta ciencia sino también el económico y social y el desarrollo de iniciativas para incentivar el compromiso de los estudiantes con su región. En el trabajo se analiza este problema y se propone una estrategia para lograr este objetivo

**Palabras claves en español:** Bioquímica y Biología Molecular, desarrollo local, Cuba

### Resumen en inglés

The National Plan for Economic and Social Development and the Guidelines approved in the VII Congress of the Cuban Communist Party give importance to the processes of territorial and local development. This requires knowledge, and scientific, technological and innovation capacities. The higher education system must play a relevant role in accomplishment these development needs. The Biochemistry

and Molecular Biology (BMB) career directed and coordinated by the Faculty of Biology is a national career; its graduates carry out an important work for the entire country and they are necessary in their territories of origin. Each year the enrollment granted to university careers derives from graduates territorial needs of a certain specialty, but most of BMB graduates do not return to their places of origin where their work is necessary. It is important for the Biochemistry and Molecular Biology career to consider in the concept of sustainability not only the conceptual aspect of this science, but also the economic and social aspects and the development of initiatives to encourage the commitment of students with their region. This work analyzes this problem and a strategy to achieve this objective is proposed.

### **Palabras claves en inglés**

Biochemistry and Molecular Biology, local development, Cuba

### **Introducción**

El Plan nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030 y los Lineamientos de la Política Económica y Social aprobados en el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba conceden importancia a los procesos de desarrollo territorial y local. Ello requiere de conocimientos, capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. El sistema de educación superior debe jugar un papel relevante en la atención a esas necesidades del desarrollo (Núñez Jover *et.al.*, 2017)

La Facultad de Biología de la Universidad de La Habana es el centro rector en la formación de bioquímicos y biólogos moleculares al dirigir la carrera nacional de Licenciatura en Bioquímica y Biología Molecular (BBM). En cada curso académico matriculan un número importante de estudiantes provenientes de todo el territorio nacional.

En el país existen centros de investigación de alto nivel científico donde se desarrollan proyectos que demandan la participación de especialistas en el campo de la bioquímica y la biología molecular. Por otro lado existen Universidades que imparten carreras donde las asignaturas de Bioquímica y Biología molecular forman parte de sus planes de estudios tales como Medicina, Veterinaria, Agronomía, Alimentos, Ciencias Farmacéuticas, Ingeniería Química y Biología. Estas Universidades cuentan además con programas de maestría y de doctorado donde los conocimientos que se imparten, resultan imprescindibles en la formación curricular postgraduada.

Existe un plan de plazas acorde a las necesidades de los territorios de manera que los estudiantes vienen a estudiar esta carrera por vocación y porque son necesarios en sus lugares de procedencia y por tanto el objetivo es que una vez graduados desarrollen las tareas necesarias en sus territorios de origen. Al finalizar sus estudios académicos, una parte de los graduados se trasladan definitivamente a La Habana para desarrollar su trabajo profesional en los centros capitalinos. La mayoría de estos graduados, además de desarrollar parte de su vida en la capital, durante su formación de pregrado se involucran en su práctica laboral y su trabajo de diploma a las Instituciones de investigación científica de la capital, lo que crea un determinado compromiso social con este entorno.

La Bioquímica y la Biología Molecular son ciencias eminentemente prácticas por lo que esta carrera tiene una carga elevada de trabajo experimental que se realiza

como formas de docencia de algunas asignaturas, pero principalmente en la práctica laboral y en los trabajos de diploma. La vinculación desde los primeros años a los centros de investigación, producción y docencia de sus provincias contribuiría a que los estudiantes conozcan y valoren las potencialidades científicas de estas, tributen con esos centros en el desarrollo de proyectos de investigación lo cual favorecería la creación de compromisos y sentido de pertenencia de manera que, una vez graduados, pudieran pasar a formar parte de la cantera de fuerza laboral de estas Instituciones.

El proyecto sectorial del Ministerio de Educación Superior (MES) “Estrategia educativa en la formación de bioquímicos y biólogos moleculares para un desempeño profesional innovador y sostenible en esferas de la biotecnología y la biomedicina”, convocado por el programa “Educación Superior y Desarrollo Sostenible” fue aprobado en el presente año.

Este proyecto tiene como entidad ejecutora la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana. y como entidades participantes la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Camagüey, el Centro de Estudios de Biotecnología Industrial (CEBI) de Santiago de Cuba, y el Centro Nacional de Educación a Distancia, Carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Ciencias Informáticas. Uno de los resultados esperados en este proyecto es la extensión de la práctica laboral concentrada y del trabajo de diploma a Universidades e Instituciones de Biotecnología y Biomedicina en cuyas provincias residan estudiantes de la carrera BBM.

Esta ponencia tiene como objetivo presentar una estrategia que motive el compromiso de los egresados de la carrera de BBM con sus territorios y de esa manera contribuir al desarrollo local y social en las esferas de la biomedicina y la biotecnología de sus lugares de procedencia.

## **Desarrollo**

Para lograr una estrategia eficiente y realizable que logre la incorporación de los graduados de la carrera de BBM en el desarrollo local y social de sus provincias de procedencia a partir de las necesidades de cada territorio se desarrollaron los siguientes aspectos:

- Breve análisis de las causas fundamentales que inciden en la migración interna de los estudiantes hacia la provincia de La Habana.
- Selección de centros de alto nivel científico, preferentemente pertenecientes al MES y a Biocubafarma, en los que los estudiantes de Bioquímica y Biología Molecular pudieran desarrollar, desde los primeros años de la carrera, las actividades académicas del plan de estudios que comprenden la práctica de producción y el trabajo de diploma.
- Identificación de las Instituciones autorizadas en que los graduados de la carrera pudieran desarrollar las acciones científicas que les conduzcan a su formación postgraduada.
- Solicitud de temas de investigación en los cuales los estudiantes desarrollen su práctica laboral y sus trabajos de diploma.

Las migraciones humanas son un fenómeno antiguo y generalizado. Desplazarse hacia otro destino, dentro o fuera de las fronteras nacionales, implica casi siempre la percepción de un cambio de vida con mejores perspectivas económicas y sociales. En los estudios sobre migraciones internas en Cuba, se ha evidenciado que en todas las épocas, La Habana ha sido el principal receptor del país. El 27.7% de la población total nacida en Cuba reside en una provincia diferente a la de su nacimiento, según cifras del Censo de Población y Viviendas del año 2012. En conjunto las provincias orientales son las que aportan mayor población a La Habana así como las provincias limítrofes de Mayabeque y Artemisa. Esto puede estar dado por una mayor predilección de la población de estos territorios en residir en la capital del país, por la existencia de redes de apoyo más sólidas, que favorezcan que sean mayores tanto las posibilidades de llegar al destino, como de tener éxito en el mismo (Hernández-Mondéjar, *et al.* (2017).

Sin embargo, las migraciones internas a las que nos referimos en esta ponencia tienen la trascendencia para los territorios de que los que migran son profesionales, graduados universitarios ya formados y por tanto muy necesarios en los territorios de otras provincias de la isla. Cabe destacar que cada año la matrícula que se otorga a las carreras universitarias derivan de las necesidades territoriales de graduados de determinada especialidad.

En el Anexo I se muestra la proporción de egresados de la carrera de BBM, en los cursos académicos del 17-18 al 19-20 que han sido ubicados en centros de La Habana y en otras provincias. Como se observa entre un 40-50%, de los graduados, pasaron a desarrollar su trabajo como profesionales en instituciones de la capital, independientemente de su procedencia territorial. En el curso 19-20, por ejemplo, de 13 estudiantes no capitalinos (13% de la matrícula) solo 2 fueron ubicados en centros de sus provincias de procedencia (15%).

La desigual ubicación geográfica que muestra la actividad productiva, la disponibilidad de los servicios de todo tipo y las condiciones de trabajo y vida de la población constituyen, entre otros, factores determinantes de la migración. Generalmente son las áreas urbanas y en especial las metropolitanas y las capitales las que resultan más atractivas para el establecimiento de la población (Hernández-Mondejar *et.,al.* 2017). En el Anexo II se muestran las posibles causas de la migración hacia la capital de los egresados de la carrera de BBM recogidas a partir de entrevistas a estudiantes y graduados. Estas causas no son particulares de nuestra carrera, son generales y se recogen en diferentes estudios sobre migraciones realizados en nuestro país (Martín= Romero 2008)

En el discurso por la conmemoración del XIII Aniversario del Asalto al Cuartel Moncada, en La Habana, Plaza de la Revolución, 1966 Fidel dijo: "... si nosotros no nos ocupamos de desarrollar el interior del país, si nosotros no llevamos a cabo una política de crear condiciones que hagan agradable la vida en el interior del país, el fenómeno de querer mudarse para La Habana seguirá manteniéndose y el problema de la capital será cada vez peor". Una forma de coadyuvar al desarrollo del territorio, en este caso, a partir del impacto de la bioquímica y la biología molecular indudablemente recae, en parte, en nuestros egresados. Y más aún en el contexto actual donde la situación epidemiológica derivada de la Covid-19 que enfrenta hoy la humanidad y nuestro país ha demostrado la necesidad del desarrollo de capacidades, en este caso de bioquímicos y biólogos moleculares para acometer las demandas locales encaminadas a la solución de los problemas derivados de la

pandemia. Solo citar que antes del 2019 existían 3 laboratorios de biología molecular en el país, actualmente cada provincia cuenta con un laboratorio de este tipo que además de recursos demanda de personal calificado.

Así, resulta una estrategia primordial la ubicación de los estudiantes de la carrera de BBM en los centros de investigación de sus territorios de manera que puedan desarrollar sus prácticas laborales organizadas en el plan de estudios vigente y su trabajo de culminación de estudios. En la medida de que esta vinculación se inicie desde los primeros años de la carrera podría lograrse un mayor compromiso de los estudiantes con estos Centros. Una vez graduados pudieran realizar su formación de postgrado en programas de maestría y doctorado, en ambos casos con vistas al desarrollo sostenible de diferentes territorios del país en las esferas de la biomedicina y la biotecnología.

Otra parte de la estrategia se centra en: ¿cómo se está formando a los estudiantes?, ¿desde qué enfoques y prácticas? El enfoque territorial aparece escasamente en las carreras y planes de estudios, dejándose relegado en la formación profesional (Meinardi, *et al.*, 2016). Tratar de sensibilizar a los estudiantes con la importancia en sus territorios de origen de estos centros y los proyectos en los que ellos pudieran tener una participación activa resulta un punto esencial en la estrategia diseñada para lograr su participación en el desarrollo local y social en las esferas de la biomedicina y la biotecnología. En el propio currículo de la carrera es necesario introducir elementos que clarifiquen el papel de la ciencia que llevan a cabo esas Instituciones para el desarrollo del territorio, por ejemplo en las asignaturas del plan E de estudios Historia de la Bioquímica, Genética molecular, Métodos de Trabajo on Biomoléculas, Bioquímica de la nutrición, Bioquímica Clínica, entre otras.

En el Anexo III se muestran las universidades de excelencia y centros de investigación que son referentes en cuanto a resultados alcanzados y para los que sería importante contar con graduados de la carrera de Bioquímica y Biología Molecular. El CEBI es una Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad de Oriente y su misión está orientada a desarrollar investigaciones y formación de recursos humanos especializados en el sector de la Biotecnología moderna. Su actividad científica está dirigida al conocimiento y explotación de microorganismos y biomoléculas para la obtención de bienes y servicios que contribuyan, fundamentalmente, al desarrollo sostenible de la agricultura, la salud, la producción de alimentos, la industria y la protección del medio ambiente. La Universidad de Oriente en general preserva, desarrolla y promueve la cultura, en su condición de universidad revolucionaria, a través de la constante búsqueda de la excelencia en la formación integral del estudiante de pregrado y postgrado, la investigación científica, su aplicación y la extensión a la sociedad con la pertinencia e impacto que exige nuestro tiempo. La Universidad de Guantánamo tiene como línea importante de trabajo la caracterización genética y la actualización de la caracterización morfológica de los clones del banco de germoplasma de cacao de Cuba para conocer sus potencialidades agroproductivas. Esto contribuirá al mejoramiento genético de la especie en el país y la selección de clones élites que permitan fortalecer la protección de este material genético mediante la creación de réplicas del banco en otras regiones de Cuba. Este proyecto es ejecutado entre otros por un bioquímico que desarrolla su tesis de doctorado con proyectos belgas. Se pudieran insertar estudiantes de esa región para motivarlos por los problemas del territorio.

Para contribuir al desarrollo económico local hace falta producir innovaciones tecnológicas y sociales. En el sector del conocimiento, las universidades, están llamadas a garantizar que los estudios e investigaciones que en ellas se realizan, generen impacto y desarrollo en los territorios (Menardi *et al*, 2016). Las universidades han pasado de ser espectadores a actores protagónicos de los acontecimientos que suceden en los territorios, y en ese accionar un papel imprescindible lo juegan los graduados en las diversas áreas del conocimiento. Los graduados de BBM constituyen una masa crítica con capacidad para desplegar actividades de carácter científico o de investigación, además de responsabilizarse de las tareas de capacitación especializada de recursos humanos locales. Sin embargo para que estas funciones reviertan un valor agregado para el sistema productivo local depende de varias circunstancias, algunas de las cuales obligan a la propia universidad a trascender su tradicional lógica de difusión de saberes de carácter generalista”. (Alburquerque, 2014).

La presencia de la universidad en un territorio suele considerarse como un potencial de desarrollo, ya que supone disponer de una masa crítica de personas con capacidad para desplegar actividades de carácter científico o de investigación, además de responsabilizarse de las tareas de capacitación especializada de recursos humanos locales.

En el proceso de repensar las universidades que exponen Nuñez-Jover y García-Vacacela (2017) se hace necesario identificar los centros en el país con capacidad y voluntad para aceptar estudiantes de la carrera de BBM en la práctica laboral y trabajos de diploma y posteriormente brindar a los estudiantes de esos territorios una información exhaustiva sobre esos centros y los temas en que van a trabajar. lo que permitirá una mayor diversificación de las tareas que va a contribuir al desarrollo local y social (Núñez Jover, *et al.*, 2017) y el desarrollo de una ciencia integrada con el territorio de donde provienen los estudiantes. También esto posibilitará que en esos centros se realicen tesis de maestrías y doctorado con la consiguiente innovación y desarrollo sostenible para los estudiantes, los centros y el territorio. En consonancia con lo planteado, a partir del año 2010, el MES incorporara a su sistema de trabajo un objetivo que dice: “lograr impacto de la educación superior en el desarrollo local”. Este se enmarca en un área de resultados clave sobre “impacto económico y social” y en esa dirección se dirige este trabajo.

En el Anexo IV se presentan algunos de los temas propuestos por los centros que forman parte de este proyecto para ofrecer a los estudiantes de la carrera de BBM. Tratar de sensibilizar a los estudiantes con la importancia en sus territorios de origen de estos centros y los proyectos en los que ellos pudieran tener una participación activa resulta un punto esencial en la estrategia diseñada para lograr su participación en el desarrollo local y social en las esferas de la biomedicina y la biotecnología.

Las universidades como productoras de innovaciones sociales contribuyen a la apropiación de las innovaciones en los territorios ((Menardi et al, 2016).).

Una consideración que esgrimen los egresados de BBM es la falta de superación en sus territorios. En el anexo V se identifican algunas de las Instituciones autorizadas en que los egresados pueden completar su formación postgraduada transitando por programas de maestrías que articulan con programas de doctorado en esta área del conocimiento. Observe como dos de los programas han obtenido el Premio a la Calidad que otorga la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP)

Otra consideración a tener en cuenta si las plazas que conceden los territorios están de acuerdo con las necesidades que se requieren de los graduados de BBM

## **Conclusiones**

Resulta indispensable un trabajo conjunto entre la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana y otros centros del país para la formación académica de los estudiantes, la contribución al trabajo científico de otros territorios y la cantera de fuerza laboral calificada. En esta dirección resulta imprescindible la participación de los gobiernos y el apoyo que brinden para lograr el cumplimiento de este objetivo.

Es importante para la carrera de BBM considerar en el concepto de sostenibilidad no solo el aspecto conceptual de esta ciencia sino también el económico y social y el desarrollo de iniciativas para incentivar el compromiso de los estudiantes con su región.

En las actividades lectivas, donde corresponda, se debe brindar información a los estudiantes sobre la calidad de los centros docentes y científicos de otros territorios y sus potencialidades para la superación postgraduada de los profesionales.

Las universidades juegan un papel fundamental para la construcción de capacidades en los territorios. Un rol de facilitador para la articulación y el encuentro de los actores. En el caso de la carrera de BBM una importante contribución puede lograrse a través de los graduados que regresan a sus territorios con una preparación de excelencia.

## **Referencias bibliográficas**

Alburquerque, F. (2014). Universidad y Desarrollo Territorial. Recuperado a partir de <http://Www.Conectadel.Org/Wpcontent/Uploads/Downloads/2014/02/ Universidad-y-Desarrollo-Territorial.pdf>

Hernández-Mondejar W., San Marful E. Lescay DD. (2017) La Habana. Efectos de la migración interna a dos décadas del Decreto-Ley 217. Novedades en población. CEDEM <http://www.novpob.uh.cu> pp. 203-212

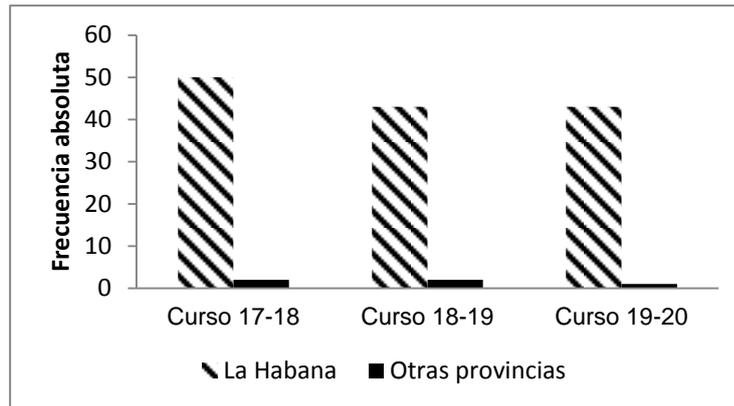
Martín-Romero J.L. (2008) Población y Recursos Laborales: La migración de profesionales cubanos. Novedades en población Año 4 (7) Recuperado a partir de: <http://www.cedem.uh.cu/Revista/portada.html>

Menardi, M.A., Tecco, C.A. y López, S.R. (2017). Rol de las universidades en la generación de capacidades territoriales para la innovación y el desarrollo. *Revista Administración Pública y Sociedad*. 1: 73-84

Núñez-Jover J y García Vacacela R. (2017) Universidad, ciencia, tecnología y desarrollo sostenible. *Revista Espacios*. 38(39): 3-13.

Núñez-Jover, J., Alcázar-Quiñones, A. y Proenza-Díaz T. (2017) Una década de la Red Universitaria de Gestión del Conocimiento y la Innovación para el Desarrollo Local en Cuba.. *Revista Retos* 11(2): 228-244

## Anexos



Anexo I Frecuencia absoluta de graduados ubicados por provincias de la carrera de Bioquímica y Biología Molecular durante 3 cursos.

Anexo II. Posibles causas del éxodo de estudiantes de Bioquímica y Biología Molecular, hacia centros docentes y de investigación en la provincia de La Habana

1. Mayores oportunidades y radio profesional más amplio en la capital.
2. Elevada concentración de centros de investigación y universidades en la provincia de La Habana, Mayabeque y Artemisa con respecto a otras provincias del país.
3. Prestigio alcanzado a nivel internacional por las Instituciones de investigación de la capital.
4. Realización de la práctica laboral y el trabajo de diploma en centros de la Habana y provincias aledañas lo que crea un vínculo y compromiso con los mismos.
5. Creencia de que en los centro de la capital resulta mas factible la superación postgraduada.
6. Relaciones humanas y proyectos personales de vida

Anexo III Universidades y Centros de investigación científica en otras provincias del país pertenecientes al MES y biocubafarma donde laboran graduados de Bioquímica y Biología Molecular Los marcados con \* constituyen clientes del proyecto

<b>Provincia</b>	<b>Centro</b>
Mayabeque	Instituto de Ciencia Animal
	Centro de Sanidad Animal
	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
Sancti Spiritus	CIGB Sancti Spiritus*
Ciego de Avila	Centro de Bioplantas
Camagüey	CIGB Camagüey
	Universidad de Camagüey*
Holguín	Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias (CIRAH)
Santiago de Cuba	Universidad de Oriente*
	Centro de Estudios de Biotecnología Industrial*
	Laboratorios de anticuerpos y biomodelos experimentales LABEX*
Universidad de Guantánamo	Centro de Estudios de Tecnologías Agropecuarias y Forestales

Anexo IV Propuesta de temas para la realización de la práctica laboral y el trabajo de diploma en los centros seleccionados en este proyecto vinculado al desarrollo sostenible del país en las esferas de la biomedicina y la biotecnología

<b>Centro propuestos para practica laboral y diploma Provincia Temas</b>
<p><b>Centro de Estudios de Biotecnología</b> <b>Santiago de Cuba</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificación de compuestos bioactivos y propiedades terapéuticas de extractos de aislados autóctonos de hongos comestibles-medicinales (Dr.C. Humberto J. Morris Quevedo) En este está trabajando el estudiante de tercer año Marcos Martinez Govea.</li> <li>• Modelación molecular de la interacción de compuestos presentes en hongos comestibles-medicinales con dianas de la señalización Redox. (MSc. Yaixa Beltrán y Dr.C. Humberto J. Morris)</li> <li>• Evaluación de la producción de intermediarios de la doxorubicina por cepas de Streptomyces. (Dr.C. Manuel Serrat Díaz y Dr.C. Teresa Orbera)</li> <li>• Caracterización de fracciones polisacáridicas de paredes celulares de hongos basidiomicetos y levaduras (MSc. Yamila Lebeque y Dr.C. Manuel Serrat)</li> <li>• Obtención de amilasas a partir de Aspergillus oryzae (Dr. Manuel Serrat y MSc. Juan Carlos Ferrer)</li> <li>• Obtención y caracterización de lípidos microbianos con potencialidades como biocombustibles (Dr.C. Manuel Serrat)</li> <li>• Filogenia molecular de Xantomonadaceae (MSc. Ania Cutiño)</li> </ul>

- Obtención de ramnolipidos con aplicaciones ambientales de *Pseudoonas aeruginosa* (Dr C. Odalys Rodríguez).

**Laboratorios de anticuerpos y biomodelos experimentales LABEX Santiago de Cuba**

- Establecimiento de ELISA para cuantificación de IgM en control de procesos. Dra. Suyen Rodríguez Pérez
- Separación, purificación, evaluación de antígenos eritrocitarios en la obtención de reactivos para el serotipaje. Dra. Suyen Rodríguez Pérez
- Evaluación de conjugados anti-CD fluorescentes para reactivos de Citometria. Dra. Suyen Rodríguez Pérez

**Universidad de Camagüey Camagüey**

- Epigenética en el camarón. Empleo de estrés abiótico para la inducción de respuesta inmunológica transgeneracional. Dr, Amilcar Arenal Cruz
- Probióticos, prebióticos y simbióticos para la estimulación de la producción.
- Diseños de medios de cultivo para probióticos del camarón. Dr, Amilcar Arenal Cruz
- Evaluación de cepas de *Bacillus* en el control de parásitos en ovinos. Principios activos Evaluación de extractos naturales en el control de parásitos ovinos. Principios activos Dr, Amilcar Arenal Cruz
- Obtención de productos novedosos a partir de humus de lombriz para el crecimiento, desarrollo, la sanidad vegetal y la mejora de las propiedades nutracéuticas en plantas, Dr, Rolando Morán Valdivia
- Técnicas de caracterización físico-químicas, biológicas, moleculares y quimio-bioinformáticas del estado del arte, para productos derivados de humus como para sus interacciones con las plantas. Dr, Rolando Morán Valdivia

Anexo V. Algunos programas de maestría y doctorado de las Universidades de Camagüey (UC) y Oriente (UO) que los graduados de la carrera de BBM pudieran desarrollar su formación postgraduada en las provincias orientales. (AUIP=Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado.CNGC

Programa de maestría	Programa de doctorado
Maestría en Biotecnología Programa de Excelencia y Premio de la Calidad al Postgrado AUIP concedido en el año 2014 Maestría en Ciencias Químicas (UC y UO) Maestría en Servicios Farmacéuticos Maestría en Ciencias Agrícolas Maestría en Diagnóstico veterinario	Biotecnología con titulaciones en Ciencias Biológicas, Ciencias de la Salud y Ciencias Técnicas (para Ingeniería Química) (aprobado 2019 por CNGC) Ciencias Ambientales UO Ingeniería Química Universidad de Camagüey Evaluado por la AUIP 2019