

Proyecciones del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) en el Parcon-Espol: Importancia para el Desarrollo Científico y Productivo del País

E.L. Peralta

Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus “Gustavo Galindo Velasco” La Prosperina Km. 30.5 vía Perimetral
elperal@espol.edu.ec

Resumen

El Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE), que desarrolla su actividad científica en la ESPOL desde hace más de siete años, formará parte de los nuevos centros del PARCON-ESPOL. Esta inclusión responde a un proceso lógico de perfeccionamiento y consolidación, debido a los resultados relevantes que se han obtenido en investigaciones básicas y aplicadas. En este artículo se presentan y discuten los elementos fundamentales de la estrategia trazada para garantizar el éxito del nuevo CIBE, con énfasis en las tendencias internacionales en la investigación científica relacionada con la biotecnología; las proyecciones y líneas de investigación prioritarias para los próximos diez años, las principales características arquitectónicas y de bioseguridad de la nueva edificación y la formación del talento humano.

Palabras clave: *CIBE, PARCON-ESPOL, proyecciones científicas*

Abstract

Biotechnology Research Center of Ecuador (CIBE), which operates in the ESPOL for more than seven years, will be part of the new centers of PARCON-ESPOL, as a logical process of development and consolidation due to its relevant results in basic and applied research. This article presents and discusses the key elements of the strategy for ensuring the success of the new CIBE, with emphasis on the international trends of scientific research related to biotechnology; the projections and main lines of research for the next ten years; the major architectural and biosafety features of the new building and the preparation of specialists.

Key words: *CIBE, PARCON-ESPOL, scientific projections.*

1. Introducción

La baja productividad agrícola y pobre incorporación de nuevos desarrollos tecnológicos en este sector; el limitado desarrollo industrial y el poco conocimiento, uso y conservación de la biodiversidad existente en el país, son algunos de los problemas nacionales relacionados directamente con el insuficiente desarrollo científico-tecnológico. El Parque del Conocimiento (PARCON), -considerado como el proyecto más importante de la ESPOL-, está dirigido a fortalecer la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación para responder a las demandas nacionales en diferentes sectores de la sociedad y el ámbito productivo [1].

El papel impulsor de la ciencia y la tecnología sobre la economía y el bienestar social es ampliamente reconocido, con claras evidencias de su influencia, tanto en países desarrollados como los de reciente industrialización. Es por ello que su desarrollo está recibiendo mayor atención por parte de gobiernos y entidades públicas y privadas

de diferentes países y de organizaciones regionales e internacionales [10, 20].

El Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) será una de las instituciones científicas del PARCON que abordará investigaciones relacionadas con algunos de los problemas cruciales de la agricultura y sectores emergentes de desarrollo industrial desde perspectivas modernas, sin abandonar su relación sistemática con el sector productivo y los pequeños productores.

El potencial de la biotecnología para modificar la situación de la agricultura es indiscutible. Entre las ventajas demostradas se encuentran el incremento de la producción y la productividad, el mejoramiento y la conservación de los recursos naturales y la disminución de los efectos dañinos de la actividad de este sector sobre el ambiente. La obtención de variedades resistentes a la sequía y con mejor comportamiento frente a plagas; la propagación de material de siembra saneado y de calidad; la conservación de recursos fitogenéticos;

el mejoramiento de las posibilidades de diagnóstico de plagas; la producción de vacunas de nueva generación; el perfeccionamiento de los programas de mejoramiento genético de plantas mediante el uso de marcadores moleculares (MAS); la obtención y uso de nuevos biofertilizantes y biopesticidas y la reutilización de desechos agrícolas, son algunos de los resultados que así lo demuestran, inclusive en países en desarrollo [9, 27, 29]. Por otra parte, las cinco áreas de acción identificadas en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en 2002, están estrechamente vinculadas a las tendencias y perspectivas de la biotecnología en áreas de la agricultura, el ambiente y la salud.

Las proyecciones del CIBE incorporan las prioridades generales de la investigación científica de la ESPOL para el período 2010-2020 [2]. Incluyen, de manera particular, las corrientes más importantes de la biotecnología en el ámbito internacional, y la necesidad de imprimir dinamismo al desarrollo científico-tecnológico nacional como factor clave para la solución de los principales problemas de la producción agrícola, los recursos naturales y el manejo ambiental.

2. Principales tendencias en las investigaciones biotecnológicas en el ámbito internacional.

Las principales tendencias en la biotecnología están directamente relacionadas con los avances de ciencias denominadas emergentes, entre las que se destacan la genómica (estructural, funcional y comparativa), proteómica, metabolómica, bioinformática y la biología de sistemas. Otras "ómicas" emergentes y la nano-biotecnología, completan las enormes capacidades científicas y tecnológicas actuales en este campo [3,6,13,21,22].

Las posibilidades de generar nuevos conocimientos en estas ramas están directamente relacionadas con avances tecnológicos que incrementan la capacidad de procesamiento, análisis, y almacenamiento de datos. Entre ellos se destacan las tecnologías de secuenciación de alto rendimiento y las diferentes variantes tecnológicas de espectrometría de masas [7, 17, 22]. Aunque aún es necesario encontrar nuevas soluciones para incrementar la capacidad de secuenciación de genomas y metagenomas; elevar la rapidez y sensibilidad de las tecnologías de espectrometría de masas con la finalidad de facilitar el estudio y análisis de proteomas y metaproteomas y continuar incrementando las posibilidades de

manejar adecuadamente la enorme cantidad de datos que se generan [12, 17], los conocimientos básicos derivados de estas ciencias emergentes, constituyen la base principal de los nuevos resultados biotecnológicos.

El enfoque integral de los sistemas biológicos, aunque no es un concepto nuevo, adquiere relevancia en estos momentos, por la necesidad de incrementar investigaciones que permitan conocer mejor las interacciones e implementar sobre bases más sólidas nuevas aplicaciones [5,24,26]. El impacto de las nuevas tecnologías y ciencias emergentes sobre la comprensión integral de los sistemas biológicos se resume en la Figura 1.

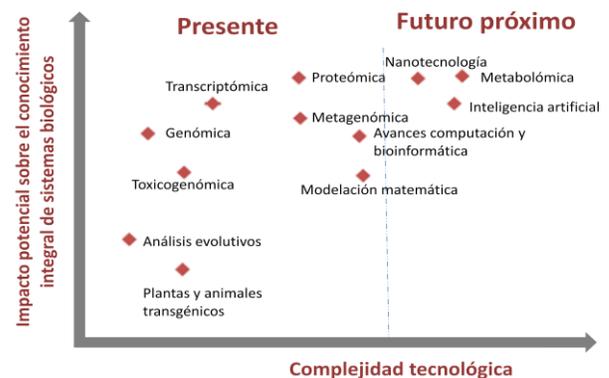


Figura 1. Influencia relativa del desarrollo tecnológico, las ciencias emergentes y la comprensión integral de los sistemas biológicos (Sampath, 2008 [26], con modificaciones).

Las perspectivas de la investigación en estas ramas y de las aplicaciones biotecnológicas varían según las necesidades, capacidades y posibilidades de inversión en los diferentes países y regiones. No obstante, los principales esfuerzos y proyecciones están dirigidos a la agricultura, el ambiente y la salud humana y presentan un marcado interés en la influencia que puede ejercerse para elevar el desarrollo económico y la mitigación de la pobreza [9,10,25,27].

Para lograr resultados de mayor impacto sobre las dos primeras áreas en los próximos 10 años, será necesario fortalecer diversas líneas de investigación en las ciencias emergentes mencionadas. El estudio de la estructura y función del conjunto de los genes de organismos completos y de los productos proteicos de diferente complejidad codificados por estos; las bases moleculares que determinan la similitud o diferencia entre los organismos, así como el conocimiento de los compuestos y mecanismos regulatorios involucrados en el metabolismo celular y la forma en que responden a diferentes

tipos de estrés, deben dirigirse fundamentalmente a:

- La identificación, expresión y regulación de caracteres complejos que involucran múltiples genes, como el rendimiento agrícola y el estrés abiótico. La regulación osmótica es uno de los aspectos de interés y en general la respuesta a estrés hídricos y de temperatura. Estos aspectos están directamente vinculados con la productividad, sostenibilidad y adaptación al cambio climático.
- El conocimiento de las bases de la resistencia a enfermedades de interés, incluyendo las que ocasionan grandes pérdidas en cultivos tropicales que constituyen la base de la alimentación en países en desarrollo. En estrecha relación con lo anterior se encuentra el análisis global de la expresión génica de la interacción planta-patógeno biótico.
- La identificación de nuevos genes, metabolitos, moléculas bioactivas y procesos metabólicos relacionados directamente relacionados con el diagnóstico y control de enfermedades, la generación de nuevos fármacos y la biorremediación.

Por su importancia, el conocimiento y conservación de la biodiversidad se sitúa en el foco de interés de diferentes ramas de la ciencia y la tecnología en todo el mundo. En particular, el estudio de microorganismos y de comunidades microbianas de diferentes ecosistemas, constituyen claras tendencias internacionales. [14, 16, 17, 18, 19, 28,33]. A pesar de los múltiples enfoques que se encuentran, los más destacados se dirigen al descubrimiento y desarrollo de nuevos fármacos, biopesticidas y bioprocesos aplicables a numerosas ramas de la industria, la agricultura y el manejo ambiental. La investigación de organismos extremófilos se fortalece en la actualidad por su potencial para diversas aplicaciones biotecnológicas [4,8,15,23,30,31, 32].

Desde el punto de vista de las aplicaciones propias de la biotecnología a la agricultura y el manejo ambiental, las que se continúan fortaleciendo en los años venideros son:

- Transformación genética de plantas dirigida a obtener resistencia frente a una gama más amplia de plagas, incrementar el valor nutricional, producir vacunas y fármacos y contribuir a la eliminación de contaminantes ambientales.
- Transformación genética de microorganismos benéficos para elevar su eficacia en diferentes procesos de biorremediación,

biotransformaciones o directamente como biocontroladores.

- Desarrollar metodologías de transformación más eficaces que permitan caracterizar la expresión de genes candidatos con mayor celeridad y disminuir características indeseables de algunas especies, como alergenicidad y toxicidad.
- Garantizar la conservación de recursos fitogenéticos y el rescate de especies vegetales en extinción mediante el uso y/o perfeccionamiento de los métodos de cultivo de tejidos y criopreservación.
- Continuar incrementando el desarrollo de marcadores moleculares para el diagnóstico de plagas, los programas de mejoramiento genético y el monitoreo ambiental.
- Perfeccionamiento y generación de nuevos métodos de biorremediación y procesos de bioconversión eficientes para obtención de bioinsumos agrícolas y energía renovable a partir de nuevas fuentes de microorganismos, incluyendo los mejorados genéticamente.

Los aspectos relacionados con las regulaciones, análisis de riesgos, principios éticos, propiedad intelectual, transferencia tecnológica y comercialización, están estrechamente relacionados con las investigaciones y tendencias en la rama biotecnológica [21]

3. Resultados del CIBE que avalan la creación de un nuevo centro de mayor alcance.

El actual Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador fue creado oficialmente a inicios del año 2003. Su misión inicial fue “realizar investigación científica en Biotecnología Agrícola, con énfasis en Musáceas (banano y plátano), para contribuir al desarrollo económico y ambiental de la costa ecuatoriana”.

En concordancia con las necesidades del país, tanto científicas como productivas, el CIBE rediseñó su misión desde finales del 2007, con la finalidad de incluir la investigación en otras especies agrícolas y priorizar el estudio y conservación de la biodiversidad nacional, con particular énfasis en la microbiodiversidad. Así, la misión actual del CIBE es: “realizar investigaciones científicas y transferencias tecnológicas en biotecnología, conservación de especies y desarrollo de productos bioactivos de amplio espectro a partir de la biodiversidad

nacional, para contribuir al desarrollo sustentable del país”.

Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos hasta el momento constituyen una de las principales fortalezas del CIBE para su incorporación al PARCON, a continuación se resumen los de mayor relevancia en las diferentes temáticas abordadas durante estos años.

Resultados relevantes de las investigaciones del CIBE

Cultivo de Tejidos

- Desarrollo de **protocolos de micropropagación** para más de 30 variedades de banano y plátano y otras especies de interés para comunidades indígenas del Oriente, como caña de azúcar, naranjilla de olor, papa china y malanga (Figura 2 A). La transferencia sistemática de estos resultados a SEBIOCA, empresa productiva con base científico-tecnológica, ha facilitado mejorar e incrementar su producción comercial de vitroplantas de banano fundamentalmente.
- Establecimiento y mantenimiento de un **banco de germoplasma in vitro** (Figura 2 B) que permite conservar más de 30 accesiones de banano y plátano con diferente comportamiento frente a sigatoka negra.
- Obtención de **suspensiones embriogénicas** y **crioconservación** de meristemos, multimeristemas y suspensiones celulares embriogénicas de numerosas accesiones de banano y plátano (Figura 2 C)
- Obtención de nuevos **somaclones** de banano y caña de azúcar con **tolerancia a la salinidad** (Figura 2 D) cuyo comportamiento en campo se evalúa actualmente en la provincia de Santa Elena.

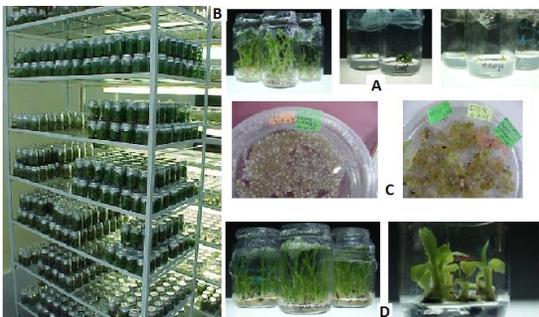


Figura 2. Aplicación del cultivo de tejidos a la propagación y conservación de especies vegetales. A: Banco de germoplasma in vitro de Musáceas; B: micropropagación de naranjilla, café y papa china; C: somaclones de caña y banano tolerantes a la salinidad; D: Suspensiones

celulares y brotes obtenidos a partir de células crioconservadas de Calcutta-4.¹

Biología Molecular- Genómica

- Identificación y aislamiento de **promotores en banano** mediante el uso del gen reportero luciferasa utilizando la estrategia del T-DNA y la caracterización de su actividad durante la regeneración *in vitro* a partir de células embriogénicas y estrés a baja temperatura.
- **Transformación mediada por Agrobacterium de suspensiones celulares del cultivar “Williams”** y se ha obtenido, por primera vez en el Ecuador, **vitroplantas modificadas genéticamente** (Figura 3). Por otra parte, se están aislando **genes candidatos de resistencia** en variedades de banano con diferente comportamiento frente a la Sigatoka negra para la obtención de plantas de banano cisgénicas con resistencia a esta enfermedad.

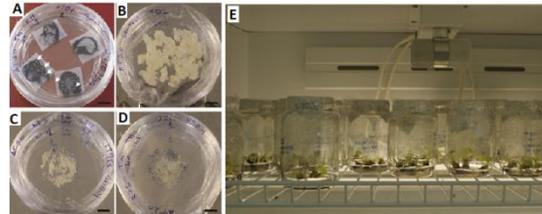


Figura 3. Colonias de células transgénicas putativas de banano luego de siete (A) y once semanas (C y D) de selección. (B) Colonias de células no transformadas. (E) Primeras plantas transgénicas de banano obtenidas en el CIBE.²

- Estudio de los **mecanismos regulatorios de la biosíntesis de folatos** (vitamina B soluble en agua sintetizada en plantas y microorganismos). Se han determinado isoformas de enzimas que se expresan específicamente en las semillas y bajo condiciones de estrés salino en las plántulas y se ha logrado la **sobre-expresión de dos genes involucrados** en la ruta biosintética de los folatos para lograr la **biofortificación de las semillas de arroz**. Para el estudio del mecanismo regulatorio mencionado se han inducido mutantes, realizándose cruces y retrocruces con el objetivo de realizar su análisis genético y el mapeo de la mutación.
- Identificación y diferenciación de **somaclones**

¹ Resultados inéditos (S. Korneva, J.Mendoza, F. Piña; Lab. Cultivo de Tejidos, CIBE)

² Sánchez, E (2010). Estandarización del protocolo de transformación genética de células embriogénicas de banano de la variedad ‘Williams’ (AAA) mediada por *A. tumefaciens*. Tesis de Grado.

Síntomas típicos en hojas de melón; (B) Partículas virales en preparaciones de inmunomicroscopía electrónica (Barra=100 nm).⁵

Bioestadística

- Generación de **bases de datos y aplicaciones informáticas** para correlacionar parámetros climáticos y sanitarios y optimizar la captura, validación, disponibilidad y análisis de los datos experimentales.
- Creación de **modelos de variables aleatorias especialmente distribuidas mediante geoestadística**, como herramientas para la reducción de los costos de producción y la contaminación medioambiental.
- **Detección de patrones** de parámetros agronómicos, fitosanitarios y climáticos mediante **minería de datos**.

Bioprospección y Bioprocesos

- Bioprospección de **microorganismos extremófilos** a partir de muestras de la Antártida. Identificación de diferentes géneros de microhongos.
- Caracterización morfológica e identificación molecular de **cepas nativas de *Trichoderma harzianum* y *T. viridis***, aisladas de muestras de suelos en diferentes regiones del país; determinación de su **capacidad biocontroladora** frente a hongos patógenos (Figura 5B) y puesta a punto de procedimientos sencillos para su **reproducción masiva**.
- **Estandarización** del proceso de fermentación anaeróbica para la obtención de enmiendas orgánicas líquidas (**bioles**) y establecimiento de sus principales **componentes químicos e indicadores de calidad físico-químicos y microbiológicos**.
- **Estudio fitoquímico** de diferentes especies vegetales procedentes de la Amazonía y la Península de Santa Elena y selección de fracciones con actividad anti-microbiana y anti-oxidante.

Tecnología Agrícola – Transferencia tecnológica

- Establecimiento y transferencia de **alternativas para el manejo de la sigatoka negra en los sistemas de producción orgánicos**.

- Implementación y transferencia de tecnologías para la **recuperación de plantaciones improductivas de cacao nacional y mejoramiento de la situación fitosanitaria** en cinco provincias de la Costa: establecimiento de 10 fincas piloto; 17 áreas de producción de bioles y cinco de reproducción de microorganismos locales que funcionan establemente; incremento de la producción como mínimo 2,4 veces (Figura 7) y disminución significativa de la incidencia de moniliasis.

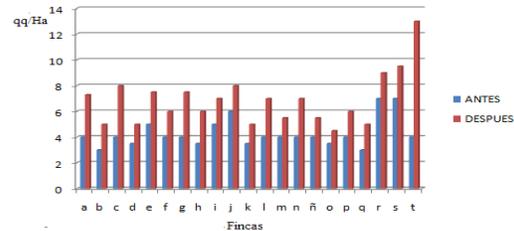


Figura 7. Incremento de los rendimientos agrícolas de cacao fino de aroma en fincas piloto y otras haciendas incorporadas al proyecto de rehabilitación de plantaciones improductivas (barras azules: rendimientos antes de iniciar la transferencia tecnológica; barras rojas: rendimientos después de un año de trabajo).⁶

- Capacitación y asistencia técnica sistemáticas a más de 500 pequeños productores de cacao y técnicos agrícolas en las cinco provincias de la Costa y regiones de la Amazonía.
- Colaboración técnica a productores y empresas sobre diferentes tópicos: evaluación de la situación fitosanitaria; valoración de materias primas para la obtención de bioinsumos; producción de compost y bioles; evaluación de la calidad de bioinsumos agrícolas.

La existencia del CIBE como un centro de investigación estable, con un sistema de calidad certificado y resultados de investigación de relevancia, garantizan que el establecimiento del nuevo centro constituya un proceso natural de perfeccionamiento. Otros elementos, como los que se expresan a continuación, nos preparan para el éxito de esta iniciativa:

- Desarrollo de una estrategia encaminada a la formación e incorporación de especialistas de alto nivel en diferentes disciplinas como Genómica, Proteómica, Metabolómica, Ingeniería Genética y Biología Molecular.

⁵ Espinoza, L., Jama, M., Campuzano, A., Ibarra, A., Paredes, J., Álvarez, R., Peralta, E.L. First report of *Squash mosaic virus* (SqMV) in melon and watermelon crops in Ecuador, *New Disease Reports-BSPP*, 2010 (en prensa).

⁶ Resultados inéditos, Proyecto PL480 CIBE-MCCH, 2010. (Peralta, E.L.; Chávez, E., León, R., Averos, C.). Presentados ESPOLCIENCIA 2010.

- Preparación del personal profesional y técnico en materia de bioseguridad, sistemas de calidad más estrictos y acreditación de tecnologías y laboratorios.
- Disponibilidad de parte importante del equipamiento necesario, en particular un conjunto de equipos nuevos de alta tecnología para investigaciones en biología molecular, transformación genética y microbiología.
- Colecciones de microorganismos extremófilos y benéficos y de fracciones de origen vegetal con actividad biológica, como elementos de partida para la búsqueda de nuevos genes, metabolitos y moléculas con potencialidad para diversas aplicaciones biotecnológicas.
- Capacidad para incrementar las bio-prospecciones.

4. Características arquitectónicas generales del nuevo CIBE en el PARCON-ESPOL. Niveles de bioseguridad.

El nuevo edificio del CIBE abarcará un área útil de 8,000 m² aproximadamente, gran parte de la cual estará destinada a laboratorios de investigación distribuidos en tres niveles que conforman la edificación principal. Se incluyen además las instalaciones dedicadas a los invernaderos, preparación de materiales y tratamiento de desechos.

El proyecto arquitectónico de la edificación estuvo a cargo de la firma ecuatoriana de arquitectura "Ponce 3", radicada en Guayaquil. Las perspectivas de la nueva edificación se muestran en la Figura 8.



Figura 8. Perspectivas desde diferentes ángulos del edificio diseñado para el CIBE en el PARCON.

Los criterios utilizados para el diseño estuvieron basados en los estándares más modernos establecidos internacionalmente para la construcción y seguridad de las instalaciones; la garantía de la bioseguridad y protección del

personal y el ambiente, y las normas específicas concernientes a investigaciones biotecnológicas. Tales estándares están contenidos en:

- Políticas, guías y estándares del N.I.H. y la O.R.F (Institutos Nacionales de Salud y Oficina de Instalaciones de Investigación), en las que se describen los niveles de seguridad y requerimientos actuales para la construcción de laboratorios, protección ambiental y manejo de desechos; planificación y manejo de espacios en laboratorios y áreas relacionadas, entre otros.
- Medidas elaboradas por los Centros de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), considerados como un sistema de seguridad muy completo, que incluye requerimientos y manejo de diferentes niveles de contención en laboratorios de microbiología, biomedicina y biotecnología, entre otros, con la finalidad de garantizar el control de riesgos de diferente naturaleza.
- Regulaciones sobre la salud y seguridad de los trabajadores establecidas por O.S.H.A. (Administración de la salud y seguridad ocupacionales), en particular las relacionadas con los requisitos de instalaciones y medidas de protección y seguridad.
- Códigos Internacionales de Edificación (IBC), desarrollados por el Consejo de Códigos Internacionales (ICC), que incluyen disposiciones estructurales y de ingeniería sísmica, de seguridad, nuevas tecnologías de construcción y normas modernas de la industria en materiales de diseño.
- Código de Seguridad Humana (Life Safety 101, NFPA), que contiene medidas de protección contra incendios y riesgos especiales, incorporando las últimas tecnologías, avances y estrategias de seguridad.
- Seguridad y Salud Ambiental (EH&S de diversas Universidades), donde se agrupan medidas de protección ambiental, tratamiento de residuos de riesgo biológico y aspectos generales que proporcionen un lugar seguro y saludable de trabajo y aprendizaje.
- A.S.H.R.A.E. (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración, Ventilación y Acondicionamiento de aire), con regulaciones de diseño actuales que garanticen la calidad del aire.

El nuevo edificio del CIBE es, ante todo, un edificio funcional, diseñado para garantizar la calidad de las investigaciones científicas, el bienestar del personal dedicado a esta labor y la protección del ambiente circundante.

El Centro contará con un área de nivel de seguridad 3 (BSL 3), mientras el resto de los laboratorios cumplirán los requerimientos del nivel de seguridad 2 (BSL-2).

Los laboratorios BSL-3 están diseñados para la contención de agentes que pueden ocasionar enfermedades graves o letales por contacto o inhalación. Además del entrenamiento específico del personal que trabajará en estas áreas, las medidas de protección y supervisión previstas y las barreras primarias que se emplearán mediante el uso de equipos de seguridad y dispositivos de contención de elevada calidad, estos laboratorios incorporan aspectos especiales de diseño e ingeniería que garantizan la restricción de acceso a las instalaciones, limitan la exposición a los agentes potencialmente dañinos y previenen su escape hacia el exterior, asegurando su hermeticidad biológica y física. Tales normas de diseño incluyen la ubicación diferenciada de las áreas de mayor riesgo en el interior de la instalación, sistemas de filtración de aire y control automatizado e independiente del ambiente interior y tratamiento diferenciado de los residuos que se generen.

El área de laboratorios BSL-3, además de considerar como barrera primaria equipos de seguridad y dispositivos de contención de elevada calidad, está concebida con diseños de arquitectura e ingenieriles especiales para contener los materiales de riesgo biológico y reforzar la protección del personal, particularmente eficientes en cuanto al manejo del aire en el interior de los laboratorios, la hermeticidad biológica y la restricción del acceso.

El nivel de bioseguridad 2 está previsto para trabajar con agentes que representen un peligro moderado para el personal y el medio ambiente, por lo que incluyen medidas de diseño para garantizar la restricción de acceso, el uso de equipos de contención física, la calidad y manejo del ambiente en su interior, así como la hermeticidad y calidad de los materiales que se empleen para su construcción.

El diseño de los invernaderos responde al nivel 2+ de bioseguridad para el trabajo con plantas (BL2-P). Están diseñados de forma modular, con acceso restringido, control automatizado de los parámetros ambientales en su interior y manejo independiente de los desechos. Estos invernaderos permitirán el trabajo experimental con plantas genéticamente modificadas, microorganismos e insectos asociados, que no representen una amenaza para los ecosistemas por sus efectos directos o la dificultad para ser manejados.

Para cumplir las medidas de bioseguridad en la edificación, se utilizaron los conceptos de “caja en caja”, -con las áreas de mayor riesgo hacia el interior- y de construcción tipo “sándwich”, que facilita las actividades de mantenimiento y control sin necesidad de acceder al área de trabajo experimental, así como el tratamiento e inactivación de los desechos generados en los laboratorios.

El diseño arquitectónico de los laboratorios y los materiales de construcción concebidos, permitirán su funcionalidad y flexibilidad, facilitando su adecuación a las necesidades futuras de forma dinámica. La ubicación de los equipos de contención y del equipamiento general de todos los laboratorios y áreas de trabajo ha sido prevista de manera detallada para garantizar su empleo eficiente y seguro, la calidad de las investigaciones y de manera general, el cumplimiento de los planes de investigación elaborados.

5. La estrategia de las investigaciones en el nuevo CIBE del PARCON-ESPOL.

Los pilares fundamentales de las investigaciones del nuevo centro serán: genómica, proteómica, ingeniería genética, bioprocesos y bioinformática, con un fuerte apoyo de diversas áreas del conocimiento y la ciencia, entre las que se destacan la microbiología, la genética, la bioquímica, el análisis químico y la fitopatología. Las investigaciones tendrán un enfoque interdisciplinario y de sistemas, para garantizar respuestas de mayor impacto. De igual forma, el plan de formación e incorporación de especialistas de alto nivel que ya se desarrolla, considera estas especialidades como prioritarias.

La **genómica** es un área que se ha iniciado y se fortalecerá con la modernización de la infraestructura en el nuevo centro. Se reconoce su importancia dentro de la actividad científica del CIBE teniendo en cuenta que el conocimiento del genoma completo de un determinado organismo y sus propiedades resulta crítico para muchas de las investigaciones básicas y relacionadas con la obtención de nuevos materiales biológicos y productos de alto valor agregado, que podrían basarse en la identificación de genes y la comprensión de su función. Recibirá particular atención el estudio de comunidades microbianas de muestras ambientales determinadas, a partir de la secuencia y análisis funcional de los genomas microbianos contenidos en ellas. Por su enorme interés e impacto, la inversión planeada para la nueva edificación y la formación de especialistas en estas temáticas, resultan estratégicas para

garantizar el programa de investigaciones biotecnológicas que proponemos.

Para lograrlo, el CIBE trabaja para insertarse con mayor fuerza en los programas de genómica funcional y metagenómica internacionales, lo que permitirá además poder acceder a la gran cantidad de información y nuevos conocimientos que se generan en esos programas. Para ello, el fortalecimiento de nuestras capacidades para minar bases de datos y explotar las herramientas bioinformáticas actuales resulta decisivo y está considerado como un aspecto fundamental del nuevo centro.

En estrecha vinculación con lo anterior se encuentra la necesidad de caracterizar los productos génicos y la obtención de marcadores de la función biológica, tanto en plantas como en comunidades microbianas. En este sentido, el enfoque desde la perspectiva de la **proteómica**, permitirá conocer la actividad real de las reacciones metabólicas y cascadas reguladoras y proporcionar una información más directa sobre la actividad microbiana, incluyendo además datos cualitativos y cuantitativos de sobre las proteínas, su estabilidad e interacciones. Es así que las investigaciones del CIBE en esta área estarán dirigidas a estudios de variación proteica en plantas y microorganismos como respuesta a estímulos inducidos por patógenos, elementos nutricionales o la utilización de productos químicos u orgánicos; la identificación de proteínas directamente relacionadas con la patogénesis y la defensa de las plantas y la detección y caracterización de metabolitos con actividad biológica novedosa que puedan ser producidos en sistemas de cultivos *in vitro* o dar origen a nuevos productos. El uso de la espectrometría de masa de alto rendimiento será un elemento importante para la ejecución de estas investigaciones.

El estudio de comunidades microbianas y especies de microorganismos que conforman la biodiversidad nacional, estará estrechamente relacionado a la obtención de **nuevos productos** de mayor valor agregado y variedad de usos y a la mejora o introducción de **bioprocesos**. Es así que el desarrollo de **bioinsumos de uso agrícola**, como biofertilizantes, biopesticidas y elicitores, encaminados a incrementar el valor de los productos del agro y minimizar riesgos y efectos nocivos sobre el medio ambiente, continuará recibiendo una atención especial en el nuevo centro. De igual manera, entre los bioprocesos recibirá atención la mejora en la reutilización de desechos agrícolas, la obtención de nuevas formulaciones de enmiendas orgánicas y

biofertilizantes, y la búsqueda de soluciones novedosas para la biorremediación de suelos y aguas contaminadas. La transformación genética de microorganismos nativos para incrementar su actividad biológica, constituye también una de las variantes con prioridad dentro de la investigación en esta área.

La megadiversidad existente en el Ecuador constituye una gran ventaja en este sentido e incrementa significativamente las posibilidades de implementar distintos bioprocesos e inclusive, desarrollar nuevas variantes. Las investigaciones en este campo podrían garantizar un incremento notable de biotransformaciones microbianas para la obtención de nuevos productos de gran utilidad e impacto y representan una oportunidad real hacia el establecimiento de una industria viable y competitiva, basada en los bioprocesos. Las prospecciones de microorganismos con características específicas y en ocasiones únicas, constituyen un pilar esencial en esta dirección, por lo que ya han sido iniciadas en el CIBE para continuarse en la nueva edificación.

Lo obtenido hasta el presente en nuestro centro indica que, posiblemente, serán estos los primeros resultados que podrán llevarse a la práctica empresarial mediante la creación de "spin-off". Por otra parte, la base multidisciplinaria del CIBE, las fortalezas de la ESPOL en diversos campos como las investigaciones químicas y la posibilidad de interactuar con los restantes centros del PARCON, unido a las características del Ecuador, nos sitúa en una posición ideal para lograr resultados competitivos en este campo.

La **transformación genética de plantas y microorganismos** estará vinculada a gran parte de las investigaciones del CIBE, ya sea dirigida directamente a la obtención de nuevas variedades vegetales y de microorganismos más eficientes, o como vía para facilitar estudios básicos de diversa índole.

El CIBE ha iniciado con éxito su trabajo en ingeniería genética de plantas en los últimos años y continuará fortaleciéndolo e insertándose en programas y alianzas internacionales. El respeto a los principios éticos, la bioseguridad y las legislaciones existentes, continuarán distinguiendo de manera particular el desarrollo de las investigaciones en esta área.

Aunque el Centro recién comienza su incursión en **bioinformática**, existen experiencias anteriores en minería de datos, bioestadística, análisis multivariado y biología molecular, que facilitan el cumplimiento de nuestros objetivos en esta disciplina: lograr que la bioinformática se convierta en una herramienta fundamental del

Centro, capaz inclusive de brindar servicios a nivel nacional.

Junto a las consideraciones anteriores, la **conservación de especies y genes vegetales y de microorganismos** continuará acompañando las investigaciones del CIBE, como base para la futura creación de colecciones modernas de recursos naturales en el país.

En consecuencia con lo expresado anteriormente, las **líneas de investigación** propuestas para los próximos diez años son las siguientes:

1. Identificación de nuevos genes, metabolitos, proteínas y otros compuestos a partir de la biodiversidad nacional, con potencial para la obtención de nuevos productos bioactivos y el mejoramiento de la resistencia y el control de plagas.
2. Mejoramiento genético de variedades y microorganismos mediante procedimientos de ingeniería genética.
3. Caracterización de poblaciones de fitopatógenos de importancia económica y estratégica. Desarrollo y aplicación de procedimientos para su diagnóstico inmunoquímico y molecular.
4. Desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos de cultivo de tejidos para diferentes especies vegetales de interés nacional, que garanticen la obtención de material de siembra de alta calidad y su conservación o rescate.
5. Mejoramiento de la protección de los cultivos y la producción, mediante el desarrollo de sistemas de manejo sostenibles, prácticos e integrados, que garanticen además la calidad e inocuidad de los alimentos.

En la Figura 9 se presenta gráficamente la estrategia de investigaciones del nuevo Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador.

Los cultivos priorizados durante esta primera etapa serán **banano, plátano y cacao**, aunque en cultivo de tejidos y fitopatología se continuarán realizando investigaciones en otras especies frutícolas y de ciclo corto. Se realizará énfasis en el estudio y la utilización de la **biodiversidad microbiológica** de ecosistemas productivos y naturales seleccionados, con particular interés en muestras de suelos.

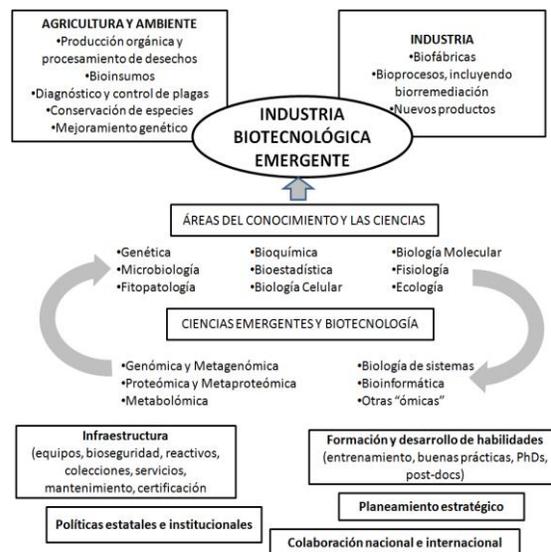


Figura 9. Representación esquemática de la estrategia de investigaciones del CIBE.

6. Conclusiones

- La consolidación del CIBE como centro de investigación, el rigor e impacto de sus investigaciones, la estrategia de formación de especialistas de alto nivel y el entrenamiento del personal técnico y profesional en buenas prácticas de laboratorio y bioseguridad, garantizan que el establecimiento del nuevo centro constituya un proceso lógico de perfeccionamiento.
- La concepción y diseño de la nueva edificación incorpora las normativas y tendencias internacionales actuales y garantiza su funcionalidad, flexibilidad y seguridad.
- La estrategia de investigación del nuevo centro está dirigida a fortalecer la agricultura desde diferentes ángulos, contribuir a la conservación y uso racional de recursos naturales y aportar al desarrollo de la industria biotecnológica emergente.
- Los pilares fundamentales de las investigaciones en el nuevo centro serán: genómica, proteómica, ingeniería genética, bioprocesos y bioinformática en consonancia con las tendencias internacionales en biotecnología y las ciencias emergentes relacionadas. El apego a la ética y el enfoque interdisciplinario y de sistema en las investigaciones, constituirá el modelo para garantizar la integralidad e impacto de los resultados.
- Las investigaciones básicas y aplicadas en banano, plátano, cacao y comunidades

microbianas de suelos serán las priorizadas durante los próximos diez años.

7. Agradecimientos

La autora desea reconocer a todos los Jefes de Grupo del CIBE por el análisis colectivo de las líneas de investigación. Los Jefes de Grupo son: Efrén Santos, Ph.D.; M.Sc. Pablo Chong; M.Sc. Patricia Manzano; MSc Omar Ruíz; MSc. Sofía Korneva e Ing. Eduardo Chávez.

8. Referencias

- Calderón, J., Macías, W., Mayorga, J. 2009. El parque del conocimiento, una estrategia para construir el nuevo Ecuador. *RTE Edición Especial* 16: 26-67. Disponible en: <http://www.iyd.espol.edu.ec/historial.php>; <http://www.iyd.espol.edu.ec/archivos/edicion2009/Articulo%202.pdf>
- Calderón, J., Massaut, L., Paredes, C. 2009. Prioridades de investigación de la ESPOL 2010-2020. *RTE Edición Especial* 16: 4-27. Disponible en: <http://www.iyd.espol.edu.ec/historial.php>; <http://mahider.ilri.org/bitstream/10568/1740/1/Agricultural%20biotechnology.pdf>
- COFISA. 2009. Biotechnology trends analysis. http://www.dst.gov.za/links/cofisa/document/biotech_trends_analysis.pdf, 30págs.
- Convey, P. 2010. Terrestrial biodiversity in Antarctica – Recent advances and future challenges. *Polar Science*, doi:10.1016/j.polar.2010.03.003
- Chellapandi, P., Sivaramakrishnan, S., Viswanathan, M.B. 2010. Systems Biotechnology: an Emerging Trend in Metabolic Engineering of Industrial Microorganisms. *J Comput Sci Syst Biol* 3: 043-049. doi:10.4172/jcsb.1000054.
- De, M. 2005. Recent trends in biotechnology. News (report on the National Seminar on the Recent Trends in Biotechnology in India); *Current Science* 88 (7): 1030-1031
- Domon, B., R. Aebersold. 2006. Mass spectrometry and protein analysis. *Science* 312:212–217.
- Duplantisa, B.N., Osuskya, M., Schmerka, C.L., Rossa, D.R., Bosio, C.M., Nanao, F.E.. 2010. Essential genes from Arctic bacteria used to construct stable, temperature-sensitive bacterial vaccines. *PNAS* 107 (30): 13456-13460; www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1004119107.
- FAO. 2010. Current status and options for crop biotechnologies in developing countries. ABDC 10/ 3.1, 65 págs. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/abdc/documents/crop.pdf
- FAO. 2010. Report. ABDC-10/REPORT, FAO; 52 págs. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/abdc/documents/report.pdf
- Food Insight. 2009. Sustainable Agriculture: Can Biotechnology Play A Role?. http://www.foodinsight.org/Resources/Detail.aspx?topic=Sustainable_Agriculture_Can_Biotechnology_Play_A_Role_
- Galperin, M.Y., Koonin, E.V. 2010. From complete genome sequence to ‘complete’ understanding? *Trends in Biotechnology* 28: 398-406.
- Ge, H., Walhout, A.J.M., Vidal, M. 2003. Integrating “omic” information: a bridge between genomics and systems biology. *Trends in Genetics* 19 (19): 551-560.
- Graham, R.L.J., Graham, C., McMullan, G. 2007. Microbial proteomics: a mass spectrometry primer for biologists. *Microbial Cell Factories* 6, 14 págs. <http://www.microbialcellfactories.com/content/6/1/26>.
- Heath, C., Hu, X.P., Cary, S.C., Cowan, D. 2009. Identification of a Novel Alkaliphilic Esterase Active at Low Temperatures by Screening a Metagenomic Library from Antarctic Desert Soil. *Applied and Environmental Microbiology* 75 (13): 4657–4659.
- Hu, Z. 2006. New Trends in Microbiology. *New Trends in Microbiology*. <http://www.interacademies.net/Object/File/Master/7/724/ZhihongHu2.pdf>; 46 págs.
- Keller, M., Hettich, R. 2009. Environmental Proteomics: a Paradigm Shift in Characterizing Microbial Activities at the Molecular Level. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 73 (1): 62–70.
- Kües, U. 2010. Perspectives on Basidiomycete Genomes for Biotechnology and Pharmacy. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy* 4 (3) 834-841.
- Lacerda, C.M.R., Reardon, K.F. 2009. Environmental proteomics: applications of proteome profiling in environmental microbiology and biotechnology. Briefings in Functional Genomics, *Briefings in Functional Genomics* 8(1):75-87.
- Nankani, G. 2005. Knowledge for productivity-led growth. In: Juma, C. (ed): “Going for growth: Science, technology and

- innovation in Africa". The Smith Institute, London, UK.: 23-32.
21. Persley, G. J., Peacock, J., van Montagu, M. 2002. Biotechnology and Sustainable Agriculture. *International Council for Science (ICSU); Series on Science for Sustainable Development* No. 6, 45 págs. http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/67_DD_FILE_Vol6.pdf
 22. Phillips, C.I., Bogyo, M. 2005. Proteomics meets microbiology: technical advances in the global mapping of protein expression and function. *Cellular Microbiology* 7 (8): 1061–1076
 23. Ramírez, N., Serrano, J.A., Sandoval, H. 2006. Microorganismos extremófilos. Actinomicetos halófilos en México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 37 (3):56-71
 24. Ross, J. 2008. From determination of complex reaction mechanisms to systems biology. *Annual Review of Biochemistry* 77: 479-494.
 25. Ruane, J., Sonnino, A. 2009. Background document to the FAO e-mail conference on "Learning from the past: Successes and failures with agricultural biotechnologies in developing countries over the last 20 years". FAO International Technical Conference Agricultural biotechnologies in developing countries: Options and opportunities in crops, forestry, livestock, fisheries and agro-industry to face the challenges of food insecurity and climate change (ABDC-10). http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/abdc/documents/emailconf.pdf, 18 págs.
 26. Sampath, P. 2008. Systems Biology. An Integrative Approach to Drug Discovery. <http://scicasts.com/specialreports/9-bio-it-a-biotechnology/1757-systems-biology-an-integrative-approach-to-drug-discovery>
 27. Seré, C., Rege, J.E.O. 2005. Agricultural biotechnology for poverty alleviation: One more arrow in the quiver! *Proceedings of 4th AACAA and 31st TSAP Annual Meeting*: 25-33
 28. Singh, B.K. 2010. Exploring microbial diversity for biotechnology: the way forward. *Trends in Biotechnology* 28 (3): 111-116.
 29. Singh, R.B.. 2000. Biotechnology, Biodiversity, and Sustainable Agriculture: A Contradiction?. http://www.bic.searca.org/seminar_proceedings/bangkok-2000/Hplenary_papers/singh.pdf
 30. Valls, M., de Lorenzo, V. 2002. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. *FEMS Microbiology Reviews* 26: 327-338.
 31. Van der Burg, B. 2003. Extremophiles as a source for novel enzymes. *Current Opinion in Microbiology* 6:1-6
 32. Xu, Y., Feller, G., Gerday, C., Glansdorff, N. 2003. Metabolic Enzymes from Psychrophilic Bacteria: Challenge of Adaptation to Low Temperatures in Ornithine Carbamoyltransferase from *Moritella abyssi*. *Journal of Bacteriology* 185 (7): 2161-2168.
 33. Zhao, B., Poh, C. L. 2007. Insights into environmental bioremediation by microorganisms through functional genomics and proteomics. *Proteomics* 8(4): 874-881.