

# INFORME SECTOR BIOTECNOLOGIA

OBSERVATORIO “EDUCACIÓN Y TRABAJO”  
Programa Planeamiento Educativo

---

Junio de 2015

**A.N.E.P.**  
**Consejo de Educación Técnico Profesional**  
(Universidad del Trabajo del Uruguay)



## **OBSERVATORIO “EDUCACIÓN Y TRABAJO” Programa Planeamiento Educativo**

### **Sistematización, Procesamiento de la Información y Redacción del Informe:**

Observatorio de Educación y Trabajo: Graciela Sanguinetti

### **Colaboración en las Entrevistas:**

Lic. Richard Ferreira

---

Junio de 2015



## INDICE

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Introducción.....</b>   | <b>pág. 3</b>  |
| <b>CAPITULO I.....</b>   | <b>pág. 4</b>  |
| <b>1. Estrategia metodológica.....</b>   | <b>pág. 4</b>  |
| 1.1. Metodología.....  | pág. 4         |
| 1.2. Objetivos.....  | pág. 4         |
| 1.3. Justificación.....  | pág. 5         |
| <b>CAPITULO II.....</b>  | <b>pág. 5</b>  |
| <b>2. Contextualización del sector.....</b>  | <b>pág. 5</b>  |
| 2.1. Definición de Biotecnología y clasificación de las actividades productivas..... | pág. 5         |
| 2.2. La Biotecnología a nivel internacional.....                                     | pág. 6         |
| 2.3. La Biotecnología en Uruguay.....  | pag. 7         |
| 2.3.1. Las empresas biotecnológicas en Uruguay.....                                  | pág. 8         |
| 2.4 Desarrollo Humano.....   | pág. 9         |
| <b>CAPITULO III.....</b>   | <b>pág. 9</b>  |
| <b>3. Identificación de necesidades y/o dificultades del sector.....</b>             | <b>pág. 9</b>  |
| 3.1. Identificación de Fortalezas y Limitaciones.....                                | pág. 9         |
| 3.2. Identificación de los problemas y soluciones del sector biotecnológico.....     | pág. 11        |
| 3.3 Aportes del sistema productivo.....  | pág. 12        |
| 3.4. Identificación de necesidades de formación y demandas de recursos humanos.....  | pág. 16        |
| <b>CAPITULO IV.....</b>  | <b>pág. 18</b> |
| <b>4.1. Prospectiva: posibilidades identificadas a futuro.....</b>                   | <b>pág. 18</b> |
| 4.1.1. Prospectiva del sector.....   | pág. 18        |
| 4.1.2. Prospectiva educativa.....  | pág. 20        |
| <b>4.2. Propuestas.....</b>  | <b>pág. 22</b> |
| 4.2.1. Propuestas curriculares .....   | pág. 22        |
| 4.2.2. Recomendaciones.....  | pág.22         |
| <b>4.3. Conclusiones finales: sugerencias educativas.....</b>                        | <b>pág. 24</b> |
| <b>5. Fuentes consultadas.....</b>   | <b>pág. 25</b> |
| 5.1. Documentos.....   | pág. 25        |
| 5.2. Entrevistas / Informantes calificados.....                                      | pág. 25        |
| <b>6. Anexos.....</b>  | <b>pág. 26</b> |
| 6.1. Caracterización de las empresas e instituciones entrevistadas.                  |                |
| 6.2. Oferta educativa de CETP-UTU vinculadas a biotecnología                         |                |
| 6.3. Datos estadísticos del CETP   |                |



## INTRODUCCIÓN

Desde el Programa Planeamiento Educativo comenzamos a trabajar en el sector biotecnológico desde el segundo semestre del año 2014, tomando la decisión de aplicar una metodología distinta del taller temático<sup>1</sup>, ya que el Consejo Sectorial de Biotecnología del MIEM estaba encargando una consultoría denominada “Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay”.

Dado que esta consultoría llevó a cabo una encuesta y una entrevista, siendo un sector relativamente pequeño e incipiente se estimó conveniente no convocar a los mismos actores para un taller temático, sino aprovechar los insumos de la consultoría, realizar un relevamiento bibliográfico de documentos e informes sobre el sector y hacer entrevistas a informantes calificados. Por otra parte, en virtud de la agenda prevista para el año que pasó, decidimos incorporarnos junto con el Programa de Diseño y Desarrollo Curricular al grupo de trabajo designado<sup>2</sup> que estaba llevando adelante la posibilidad de una formación con perfil técnico en biotecnología, en el marco de un convenio de cooperación<sup>3</sup> entre el Parque Científico y Tecnológico de Pando y la UTU. En dicho grupo el Observatorio quedó encargado de generar un informe sectorial.

El 30 de mayo en el subgrupo de Capacitación y Formación del Consejo Sectorial de Biotecnología se presentó por parte de UTU la propuesta conjunta UTU-PCTP del Tecnólogo Biotecnológico.

Por lo tanto nuestro trabajo consistió en conocer el desarrollo de la biotecnología en nuestro país y cuáles son las necesidades de formación a nivel técnico terciario, buscando posicionar a la UTU en el rol que deba cumplir en este sentido.

En este marco y para el siguiente informe se adoptó la siguiente estructura de trabajo, dividiendo el informe en cuatro partes:

- **Capítulo I:** se define la metodología y los objetivos de este informe
- **Capítulo II:** descripción y clasificación de la biotecnología a nivel nacional e internacional.
- **Capítulo III:** se identifican las necesidades y dificultades del sector productivo, así como las necesidades y demandas de formación y capacitación, se describen los aportes del sector productivo en base a las entrevistas y los documentos consultados.
- **Capítulo IV:** análisis prospectivo, conclusiones del informe y recomendaciones para el diseño curricular y algunas otras referidas a la dinámica del sector.

<sup>1</sup> “Metodología de Trabajo del CETP/UTU con los Consejos Sectoriales del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) y los Conglomerados del Programa de Conglomerados y Cadenas Productivas (PACC-OPP)”. Mayo 2013, Dirección Programa Planeamiento Educativo.

<sup>2</sup> Integrado por Parque Científico Tecnológico de Pando: Ec. Laura Vera, por CETP/UTU: Q. F. Isabel Vives, Prof. Rosario Picapedra Prof. Rosmary Hermida, Lic. Viviana Uri, Lic. Graciela Sanguinetti, Rocio Varela.

<sup>3</sup> Se firmó el 17 de octubre de 2013.

## CAPITULO I

### 1. Estrategia metodológica

#### 1.1. Metodología

La metodología de este informe se basó en las siguientes **herramientas**:

- Revisión y análisis de documentos vinculadas al sector biotecnológico,
- entrevistas a informantes calificados/actores claves que representan al sector productivo.

La selección de los entrevistados estuvo orientada por la Coordinadora del Consejo Sectorial de Biotecnología, Carolina Da Silva y se basa en un listado brindado por la misma. Es una muestra que representa a referentes del sector que cumplen una o algunas de las siguientes características: se desempeñan en empresas con un trayectoria importante en el rubro; estas empresas por sus características son posibles demandantes de estudiantes y egresados de UTU; son activos participantes de la Asociación Uruguaya de Biotecnología (AUDEBIO) y del Consejo Sectorial; representan a los diversos subsectores biotecnológicos que se desarrollan en nuestro país.

Las entrevistas podemos clasificarlas en dos: las que recogen las necesidades del sector empresarial y las que incluyen a los centros de investigación, institutos de enseñanza. Asimismo está representada la biotecnología roja tanto en salud humana como animal, la biotecnología verde en aplicaciones para la agricultura, y la biotecnología blanca con los biocombustibles.

Es de destacar que los entrevistados presentaron facilidad de acceso y disposición para ser consultados.

#### 1.2. Objetivos

El primer objetivo de este informe es presentar el desarrollo de la biotecnología en el Uruguay, sus principales problemas y fortalezas.

El segundo objetivo es identificar las necesidades y demandas de formación, para poder visualizar una oferta acorde con los requerimientos del sector productivo.

#### 1.3. Justificación<sup>4</sup>

Es fundamental que la oferta educativa de la UTU se construya teniendo en cuenta las necesidades y demandas provenientes del sector productivo, de forma que pueda acompañar el desarrollo productivo y los sectores innovadores que sean priorizados como estratégicos, entre ellos la biotecnología. La biotecnología por sus características de transversalidad a otros sectores tiene un efecto positivo sobre otras cadenas productivas así como la producción de bienes y servicios biotecnológicos implican un alto nivel de conocimiento asociado a la generación de empleo de alta calificación.

---

<sup>4</sup> En base a Consultoría de Consur Sociedad de Consultores, "Análisis de Requisitos para Incrementar la Producción de Bienes y Servicios Biotecnológicos en Uruguay" (Febrero 2014) y Pérez Leonardo, Canale Ximena, "Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay. Informe final, Consejo Sectorial de Biotecnología (octubre 2014).

Por lo tanto es importante que la UTU pueda ofrecer una oferta de nivel terciario que dé cuenta de esta necesidad, en particular teniendo en cuenta que la disponibilidad de recursos humanos capacitados para afrontar los desafíos del sector es una de las variables que está relacionada con el impacto de la biotecnología como estrategia de crecimiento.

Por lo tanto la disponibilidad de recursos humanos formados a nivel técnico, operativo y académico frente a un crecimiento del sector se convierte en un elemento clave, adquiriendo gran relevancia las características de los perfiles ocupacionales que demandarán el sector y la capacidad que tiene el país para dar respuesta a estas demandas.

## CAPITULO II

### 2. Contextualización del sector

Desde el año 2008 el sector biotecnológico ha sido definido como prioritario por el Gabinete Productivo, y en el año 2010 fue lanzado el Consejo Sectorial de Biotecnología integrado por empresarios, trabajadores y técnicos del sector público y privado.

El Consejo Sectorial avanzó en la elaboración de un Plan Estratégico Sectorial que fue lanzado por el Gabinete Productivo el 30 de junio de 2011.

Recientemente en febrero de este 2015, se aprobó en el Parlamento la Ley Marco de Promoción de la Biotecnología “cuyo objetivo es justamente generar una estrategia país de promoción de esta cadena de interés estratégico para el país y su desarrollo sostenible e inteligente”<sup>5</sup>. Asimismo el artículo noveno de la ley crea el Consejo de Biotecnología, por lo tanto le da un status legal.

Uruguay tiene grandes oportunidades de desarrollo y crecimiento de la Biotecnología, pero implica una inversión a largo plazo requiriendo en la mayoría de los casos una importante inversión inicial, ya que el tiempo medio de desarrollo y comercialización de un nuevo producto es entre 5 y 15 años, siendo un tiempo demasiado extenso para que el empresariado local invierta en ellos sino se visualizan beneficios directos<sup>6</sup>.

#### 2.1. Definición de Biotecnología y clasificación de las actividades productivas.<sup>7</sup>

Según la Convención sobre Biodiversidad (1992) la Biotecnología es “cualquier aplicación tecnológica que usa sistemas biológicos, organismos vivos o derivados para generar o modificar productos y procesos para usos específicos”.

Representa una cadena de valor científico-tecnológica basada en la innovación y en los avances del conocimiento en ciencias de la vida que genera aplicaciones en varios sectores de la economía (agrícola, agroindustrial, ambiental y salud humana y animal, entre otros). Esto por un lado genera una dificultad a la hora de determinar conceptualmente las fronteras de lo biotecnológico y por otro lado un rol dinamizador en la economía a través de su integración con múltiples ámbitos productivos, los cuales son muy intensivos en conocimiento.

---

<sup>5</sup> Coordinadora Consejo Sectorial de Biotecnología Carolina da Silva, e-mail febrero 2015.

<sup>6</sup> Pérez Leonardo, Canale Ximena, “Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay. Informe final, Consejo Sectorial de Biotecnología (octubre 2014).

<sup>7</sup> Basado en Plan Sectorial Biotecnología, Gabinete Productivo, Planes Industriales, parte 1, noviembre 2012 y en Informe de Caracterización del Sector Biotecnológico, OPP, ONUDI, MIEM, Ignacio Pereira, 31 de marzo de 2011.

La biotecnología comprende la biotecnología clásica o convencional que explota a los organismos existentes en la naturaleza con propósitos tecnológicos. Y la biotecnología moderna que es resultado de los avances en el conocimiento de las bases moleculares de los procesos biológicos, que se apoyan en el uso de la información genética y genómica e incluye la modificación genética de los organismos vivos de acuerdo con diversas necesidades tecnológicas, abriendo nuevas direcciones a la investigación y revitalizando a las tecnologías más tradicionales.

La base científica de las innovaciones biotecnológicas cubre un amplio rango de disciplinas tanto de la ciencia básica como de la aplicada como la microbiología, la bioquímica, los cultivos de células y las fermentaciones, la biología molecular, la ingeniería genética, la inmunología, la virología, la biología celular y el cultivo de tejidos.

Dentro de la biotecnología existen los siguientes campos de actividad: 1) Biotecnología roja: se aplica tanto a la salud humana como a la animal, entre ellas se encuentran la producción de antibióticos, la creación de nuevos métodos de identificación y análisis de patologías, las terapias regenerativas, el perfeccionamiento de la ingeniería genética para curar enfermedades y el desarrollo de inoculantes y nuevos fármacos entre otras.

2) Biotecnología blanca: aplicada a los procesos industriales, en la creación de nuevos materiales, se aplica en la industria química, textil, de celulosa, de los detergentes y en la generación de energía.

3) Biotecnología verde: en el campo de la agricultura, búsqueda de soluciones medioambientales sostenibles.

4) Biotecnología azul: el uso de organismos marinos completos, sus células o moléculas para proveer soluciones de utilidad, aplicada a la explotación de la biodiversidad marina, como la biorremediación.

5) Bioinformática: utiliza las tecnologías de la información con el fin de organizar y analizar los problemas biológicos.

6) Biotecnología gris: relacionada con procesos específicos para el medio ambiente, basadas en diversidad de estrategias de bioconversión asociadas con consorcios microbianos seleccionados y en los avances en el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los genomas de las especies vegetales con valor estratégico para producción de biocombustibles.

## **2.2. La Biotecnología a nivel internacional<sup>8</sup>**

Las innovaciones biotecnológicas de alto impacto económico a nivel mundial tienen sus principales efectos en los sectores farmacéutico, agroindustrial y de salud humana y animal.

Un nuevo modelo económico, la bioeconomía está comenzando a emerger a nivel global en el que nuevas empresas son creadas y las viejas industrias revitalizadas incorporando nuevas actividades económicas organizadas alrededor de los avances del conocimiento en las ciencias de la vida. Los países más desarrollados y más ricos en las últimas décadas han realizado inversiones multimillonarias en investigación y desarrollo en ciencias de la vida, biotecnología y bioindustrias.

Con respecto a la biotecnología agrícola los principales desafíos identificados a nivel internacional se centran en aumentar la productividad de diversos sistemas biológicos, mejorar la calidad de

---

<sup>8</sup> Apartado basado en: Capdevielle, Fabián y otros. Biotecnología: promoviendo la innovación en los sectores farmacéutico, agroindustrial y de salud humana y animal. Documento elaborado como aporte al Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), 2008.

productos, así como aumentar los valores intangibles de empresas e instituciones de I+D en materia de propiedad intelectual sobre organismos y sus componentes con potencial de desarrollo comercial para diferentes mercados.

### 2.3. La Biotecnología en Uruguay

En el documento de Capdevielle y otros<sup>9</sup>, se sostiene que en nuestro país prácticamente no existen empresas biotecnológicas con inserción internacional, son escasas las que realizan desarrollos en biotecnología para sus productos o servicios. Asimismo los recursos humanos de alta capacitación necesarios para desarrollar emprendimientos están en el sector académico, y son poco demandados por el sector productivo.

Los autores sugieren que un conjunto de aplicaciones biotecnológicas enfocadas en algunos mercados como el farmacéutico, agroindustrial y biomédico podrían ser exitosas y rentables.

Siendo fundamental en la actualidad considerar a la biotecnología como oportunidad para integrar y sostener el desarrollo económico de Uruguay dentro de la “economía del conocimiento” como nuevo marco de referencia internacional.

Por lo tanto la clasificación y los desarrollos existentes en Uruguay en cada categoría son: 1) Biotecnología roja: se elaboran fármacos y vacunas de uso veterinario, fármacos y vacunas de uso humano, kits de diagnósticos, servicios de diagnóstico y producción de los insumos.

2) Biotecnología verde: se elaboran inoculantes microbianos para fijar el nitrógeno atmosférico y se brindan servicios de mejoramiento genético y material de propagación vegetal.

3) Biotecnología blanca: hay empresas dedicadas a la producción de bioetanol a base de sorgo azucarado e investigaciones y desarrollos desde UDELAR, IIBCE y LATU con aplicación industrial.

4) Biotecnología gris: existen experiencias de innovaciones para el tratamiento biológico de residuos. Tanto la biotecnología roja como la verde son las de mayor desarrollo a nivel nacional y las de mayor potencialidad.

En la industria farmacéutica la incorporación de la biotecnología es un proceso que data de algunos años a nivel internacional y al cual Uruguay estaría arribando con cierto rezago. Según el documento de Capdevielle y otros, mencionado anteriormente, para impulsar su crecimiento sería necesario contar con mecanismo de apoyo a la formación de personal, inversiones para I+D y una actualización del marco legal que permitan acelerar el proceso de incorporación de nuevos conocimientos.

En referencia a la biotecnología azul no existen aún empresas uruguayas en este sector de actividad.

En cuanto a la bioinformática, existe dentro del Instituto Pasteur Montevideo una unidad de bioinformática desde mediados de 2006, que realiza principalmente investigación en áreas directamente relacionadas con la genómica. El análisis de los datos genómicos aparece como una clara posibilidad de vender servicios en el exterior, ya que la demanda a nivel internacional es muy alta y nuestro país posee ventajas comparativas en lo que refiere a recursos humanos.

Por lo tanto en nuestro país se pueden identificar cuatro polos de desarrollo de la biotecnología: 1) biotecnología vegetal, sus principales desarrollos se centralizan en el INIA, la Facultad de Agronomía de UDELAR, el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, el LATU y empresas privadas; 2) biotecnología animal en la Facultad de Veterinaria de la UDELAR, el Instituto Rubino del MGAP y algunas empresas privadas;

---

<sup>9</sup> Idem anterior.



3) bioprocesos y estudios enzimáticos de aplicación industrial en las Facultades de Química e Ingeniería de la UDELAR y el LATU;

4) Medicina humana en la Facultad de Medicina, Química y Ciencias de la UDELAR, el Instituto Pasteur y algunas empresas privadas.

En el informe de la Consultoría “Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay”<sup>10</sup>, se sostiene que las perspectivas de crecimiento del sector y su demanda de trabajadores son auspiciosas, aunque por diversos factores resulta difícil precisar un porcentaje exacto.

De acuerdo a la opinión de los entrevistados en esta consultoría coinciden en señalar como campos fértiles para trabajar en biotecnología al sector pecuario, el veterinario y el agro, donde se tienen algunos mercados abiertos y se posee un conocimiento acumulado que puede ser explotado.

### **2.3.1. Las empresas biotecnológicas en Uruguay**

Para poder conocer mejor las características de las empresas biotecnológicas uruguayas, es importante que hagamos una reseña sobre el Informe de Carlos Bianchi (2014) denominado “Empresas en el área de biotecnología en Uruguay 2010-2012”, encargado por el Consejo Sectorial de Biotecnología y la Asociación Uruguaya de Biotecnología.

El objetivo de ese informe fue describir de manera exhaustiva las características de las empresas que realizan actividades de biotecnología en nuestro país. Por lo tanto el Informe trata de caracterizar a dichas empresas según variables tecnológicas y económicas en el período 2010-2012.

Según la metodología aplicada se identificaron 62 empresas que emplean de manera más o menos intensiva biotecnología para diversos fines productivos, de las cuales se entrevistaron 37.

Algunas características de las empresas encuestadas:

- participan en diversos sectores de la economía nacional y aplican técnicas biotecnológicas con diferentes niveles de complejidad;
- principalmente se concentran en los sectores de Medicina y Salud (kits de diagnósticos, servicios de diagnóstico y producción de los insumos), Biofármacos (de uso humano y veterinario) y Agroindustrias (inoculantes microbianos y servicios de mejoramiento genético y material de propagación vegetal);
- 25 empresas que hacen biotecnología a nivel de desarrollo con diferentes niveles de complejidad, de las cuales 15 son empresas dedicadas a producción de bienes o servicios biotecnológicos;
- la mayoría fueron creadas después del año 2000;
- son mayoritariamente jóvenes, pequeñas y medianas, pero también existen empresas de mayor tamaño que diversificaron su producción incorporando la ruta biotecnológica al tiempo que mantienen su producción tradicional;
- son firmas muy activas en el comercio exterior tanto como exportadoras y en importaciones;
- actúan en variados sectores de actividad: salud humana y animal, producción agropecuaria, servicios especializados, entre otros
- tienen una alta proporción de profesionales científico-técnicos;
- aumento de facturación, aumento de las ventas en el comercio exterior;

---

<sup>10</sup> Consejo Sectorial de Biotecnología, febrero de 2014, Leonardo Pérez Alvarez-Ximena Canale.



- se encuentran en un proceso de franco crecimiento, medido en términos de inversión, innovación y empleo;
- basan su estrategia en el uso intensivo de conocimiento y aplican técnicas de biotecnología moderna; entre otras.

Con respecto al empleo, para el período estudiado se registró un crecimiento y la previsión general es que no disminuirá. Y Bianchi plantea como uno de los desafíos para el sector, la necesidad de cubrir una demanda creciente de recursos humanos altamente calificados, lo cual interpela a la UTU en que rol cumplirá en este sentido, siendo un estímulo para llevar a cabo este estudio.

## **2.4. Desarrollo Humano**

En el Plan Estratégico del Consejo Sectorial se elaboró una estrategia basada en tres ejes fundamentales: Política de Estado para el desarrollo de la biotecnología, Desarrollo Humano y el Desarrollo Productivo. El Eje de Desarrollo Humano plantea que dada las dimensiones del sector en el Uruguay y las características tanto del mercado global como del Mercosur, resulta gravitante la adaptación y el redimensionamiento de los sistemas de capacitación y formación en las áreas biotecnológicas, así como la sensibilización social en ciencia y tecnología.

Uno de los objetivos es la formación de recursos humanos, que se propone incentivar la formación y capacitación de recursos humanos para el desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación con el foco puesto en las bioindustrias. Uruguay cuenta con una formación básica muy sólida en biotecnología pero escasamente orientada a resolver los problemas del sector productivo.

Siendo el otro objetivo estimular la conciencia en la sociedad de la importancia de la innovación en biotecnología, ya que es vista como ajena a los problemas cotidianos y sin embargo tiene incidencia directa en la vida diaria del ser humano.

Una de las herramientas definidas en el Plan Estratégico fue el diseño de un programa de formación técnica continua. Por lo tanto con la finalidad de aumentar la masa crítica de recursos humanos del sector abocados a resolver problemas productivos, se conformó un Comité Sectorial de Capacitación y Formación constituido desde agosto de 2011, integrado por representantes de: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Facultad de Química, Facultad de Ciencias, Parque Científico y Tecnológico de Pando, Polo Tecnológico de Pando, Universidad ORT, Asociación Uruguaya de Biotecnología (AUDEBIO), Instituto Pasteur Montevideo, Uruguay XXI y CETP/UTU.

Se identificó la necesidad de relevar las competencias laborales de origen terciario y técnico con que se cuenta actualmente para poder señalar una meta actual de formación que sea modular con los planes de formación técnica a mediano y largo plazo. Para lo cual en el año 2013 desde el Consejo Sectorial se contrató una consultoría para estudiar el mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay.

De este estudio surge que la demanda de recursos humanos para cargos operativos está siendo cubierta por estudiantes o egresados de la carrera de Tecnólogo Químico de UTU. Frente a la ausencia de personal formado en biotecnología, las empresas han optado por incorporar estos perfiles y complementar su formación con capacitaciones específicas y entrenamiento en planta.

## CAPITULO III

### 3. Identificación de necesidades y/o dificultades del sector

#### 3.1. Identificación de Fortalezas y Limitaciones

Para comenzar la identificación de las necesidades y las dificultades del sector consideramos pertinente comenzar por el análisis de algunas dimensiones importantes como la investigación científica, el sector productivo, las políticas públicas, la educación y formación de recursos humanos, en términos de fortalezas y limitaciones, tomando como referencia los documentos<sup>11</sup> en clave diagnóstico previos a la constitución, en el 2010, del Consejo Sectorial de Biotecnología (MIEM).

CUADRO N° 1

|  | <b>Fortalezas</b>  | <b>Limitaciones</b>   |
|--|--|---|
| <b>Investigación científica</b>                  | Disponibilidad científicos investigadores competitivos a nivel mundial, desarrollo significativo de grupos de investigación; importante producción científica acumulada; capacidad para formar posgrados.  | Desarrollo desordenado; diferentes polos no han seguido un programa estratégico; no hay coordinación entre las actividades nacionales e internacionales;  |
| <b>Sector productivo</b>                         | Experiencias de relación entre el sector productivo y la academia; existencia de equipos de última generación e infraestructura edilicia.<br>Masa crítica de empresas biotecnológicas.<br>Demanda internacional industria farmacéutica humana y animal en crecimiento. | Falta de vías de transferencia de las tecnologías desde los laboratorios a los empresarios.<br>Escasa articulación entre empresas, instituciones académicas y sector público.<br>Muchas empresas aún no están consolidadas comercialmente y se relacionan poco entre sí; falta de financiamiento adecuado; no existen proveedores especializados. |
| <b>Políticas públicas</b>                        | Conjunto de políticas dirigidas al sector.<br>Posibilidad de acceder a programas de apoyo técnico y financiero.  | Carencia de políticas que promocionan la participación del sector productivo en el desarrollo de las capacidades biotecnológicas.   |
| <b>Educación y formación de recursos humanos</b> |  | A nivel de formación de grado: faltan cursos de modelos de bio-negocios, contacto temprano con el sector productivo.<br>Se requiere cursos cortos básicos para empresarios PYMES.<br>Formación de postgrados de   |

<sup>11</sup> INIA (2001): La biotecnología en Uruguay en PNUD. INFORME DE DESARROLLO HUMANO PARA URUGUAY 2005. (AMBITO DE BIOTECNOLOGIA, PAGS. 271 y siguientes). Pittaluga, Lucía y otros (2006): Actualización y profundización del análisis de los sectores preidentificados como "clusterizables". Grompone Gianfranco y otros: Gabinete Productivo, Etapa 1, noviembre 2009, Cadenas Bio & Nano Tecnologías.

|                        |  |   |
|------------------------|--|---|
|                        |  | alto nivel para pensar y actuar como bio-emprendedores. |
| <b>Marco normativo</b> |  | Poca o nula armonización del marco regulatorio.         |

### 3.2. Identificación de los problemas y soluciones del sector biotecnológico

Ignacio Pereira (2011) en el Informe prospectivo del sector biotecnológico<sup>12</sup> define por un lado como factores claves a las variables y/o procesos que determinan la evolución del sistema en el horizonte definido, constituyendo las claves de su desarrollo y los factores finales para construcción de futuros posibles. Acá los planteamos como problemas a los factores claves de desarrollo y a los factores para la construcción de futuro como solución.

**CUADRO N° 2**

| <b>PROBLEMAS</b>  | <b>SOLUCIONES</b>   |
|---|---|
| Carencia de normativa.<br>Los negocios en biotecnología son lentos.<br>Falta concepto dinámico en relación a la regulación.   | Regulación: capacidad para evaluar cumplimiento de la normativa   |
| Escaso financiamiento de riesgo.<br>Financiamiento destinado al desarrollo.   | Masa crítica de emprendimientos biotecnológicos de riesgo financiados a nivel nacional  |
| Mercado interno no es lo suficientemente grande.<br>Acceso a mercados.<br>Masa crítica.   | Exportaciones de productos y servicios biotecnológicos nacionales.  |
| Disponibilidad de tecnología.<br>Aplicar la tecnología a situaciones concretas y orientada a productos.<br>En infraestructura defasaje con los países de punta.   | Disponibilidad de tecnología ajustada a los requerimientos productivos del país.  |
| Disponibilidad de mano de obra con background.<br>Buenos recursos humanos en particular en biología aplicada.<br>Investigación con la finalidad de alcanzar un producto.<br>Generación de equipos que gestionen proyectos internacionales.<br>Incluir mayor formación en negocios en las carreras de biociencias. | Investigadores aplicados con formación empresarial, abocados al desarrollo de productos o servicios biotecnológicos.                |
| Integración de la cadena.<br>Integración a cadenas agroexportadoras ampliando el valor agregado en base a la biotecnología.   | Articulación entre la academia y el sector privado y acuerdos entre empresas para el desarrollo de emprendimientos biotecnológicos. |

<sup>12</sup> Proyecto B "Asistencia técnica para el diseño de políticas de la producción sustentable y el empleo". Componente 1: Insumos técnicos elaborados para el Diseño de instrumentos de promoción productiva estratégica para el largo plazo. Apoyo al Gabinete Productivo. Informe Prospectivo del Sector Biotecnológico 2010-2020, Recomendaciones de Política Industrial, OPP, ONUDI, MIEM, Ignacio Pereira, 31 de marzo de 2011.

|  |   |
|--|---|
| Fomento de la asociación público-privada.  |   |
| Desarrollo de los productos y servicios diferenciados que aseguren la calidad de productos y procesos. | Innovación: elaboración de bienes diferenciados en base a procesos biotecnológicos. |

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Prospectivo (2011)

### 3.3. APORTES DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Este apartado se nutre de los testimonios de las entrevistas realizadas a los referentes calificados del sector, para esto nos interesó clasificar las opiniones en los diferentes campos de actividad biotecnológicos que se desarrollan en Uruguay, como son la Biotecnología Verde, la Roja subdividida en Salud Humana y Salud Animal, la Blanca, y sistematizar estos testimonios según las siguientes dimensiones: necesidades del sector, productivo, perfiles de egresos visualizados, conocimientos, saberes y competencias solicitados para llevar a cabo las tareas, necesidades de formación a corto y largo plazo, manifestación de aportes por parte del sector productivo. Para la selección de estas dimensiones nos basamos en las preguntas que guían los talleres temáticos<sup>13</sup> que se hicieron con otros sectores productivos.

De las entrevistas realizadas se observó que:

- algunos actores visualizan la necesidad de los tecnólogos de UTU, otros consideran que con los egresados universitarios de las carreras vinculadas a ciencias de la vida es suficiente para el desarrollo del sector;
- la mayoría de los entrevistados considera que las áreas con mayor potencial son las vinculadas a vacunas veterinarias sobre todo por su demanda externa creciente;
- Hay opiniones divergentes sobre cuáles son las capacidades y posibilidades de desarrollar el sub sector de la biotecnología referido a salud humana.
- La mayoría de los entrevistados visualizan un potencial crecimiento del sector pero no pueden estimar con certeza cuál será la demanda del tecnólogo de UTU a pesar de que necesitan un técnico con esa formación sobre todo para la industria.

#### CUADRO N° 3

|  | Bio Verde   | Bio Roja Salud Humana   | Bio Roja Salud Animal                                     | Bio Blanca | Otros referentes                                      |
|--|---|---|---|------------|---|
| <b>Necesidades del sector productivo</b> | Gente que pueda trabajar en los laboratorios. <sup>14</sup> | Reglamentación biofármacos. <sup>18</sup><br>Empresas necesitan que autoridad | Necesidad de gente formada para la industria veterinaria: |            | Las empresas están demandando técnicos. <sup>22</sup> |

- 
- <sup>13</sup> Qué elementos considera que son fundamentales para que la propuesta de educación técnico-tecnológica-profesional permita que un egresado se desempeñe en el sector ...
  - Cuáles son las necesidades de formación del sector... a corto y largo plazo.
  - Cuál puede ser el aporte de los empresarios, trabajadores, MIEM, (infraestructura, fungibles, especialistas, espacios para pasantías, reconocimiento de la formación en el desempeño laboral...), entre otros, para un adecuado desarrollo de las propuestas educativas desarrolladas por el CETP-UTU.

<sup>14</sup> Entrevistado Ebv1, Ebv2.

|  |  |  |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|
|  | <p>Semi-técnicos.<sup>15</sup><br/>No es necesario formación específica en biotecnología.<sup>16</sup><br/>Actualizar normativa para registrar productos.<sup>17</sup></p> | <p>sanitaria esté reconocida a nivel internacional; dificultades investigación clínica.<sup>19</sup></p>   | <p>capacitan en la empresa.<sup>20</sup><br/>Dificultades: con los proveedores capacidad de abastecimiento y service; calidad y cantidad de las materias primas. Se necesitan diversas formaciones técnicas para la industria.<sup>21</sup></p> |   | <p>Los empresarios lo que plantean son necesidades a nivel técnico.<br/>Un área inexplorada: qué perfiles de este tipo necesitaría el Estado.<br/>El problema del registro es en todos, en ambiente, en humana, en animal.<sup>23</sup><br/>Entrenamiento especial a personal de empresas: cultivo celular.<br/>Inexistencia de agencia regulatoria independiente.<br/>En Uruguay no hay reglas claras, complica al empresario para producir.<sup>24</sup><br/>Inyectar gente formada en el mercado para asociarse a diversas cadenas productivas para encontrar soluciones biotecnológicas.<sup>25</sup></p> |
| <b>Perfiles de egreso visualizados</b> | <p>Formación general.<sup>26</sup><br/>Incorporar biotecnología en las carreras agrarias de la UTU.<sup>27</sup></p>   | <p>Formación general: 3 años de formación media básica y 6 meses de miniespecialización.<sup>28</sup><br/>Perfil analítico.<sup>29</sup><br/>Formación general</p> | <p>Formación general: se pueden insertar en cualquier industria biotecnológica.<sup>31</sup></p>  | <p>Con formación en investigación aplicada a la industria.<sup>32</sup></p> | <p>Formación general que luego le permita insertarse en las diversas áreas. Formación práctica para el laboratorio.<sup>33</sup><br/>Tecnólogos para</p>  |

<sup>18</sup> Entrevistado Ebrh1 y Ebrh2.

<sup>22</sup> Entrevistado Ebo1

<sup>15</sup> Entrevistado Ebv3.

<sup>16</sup> Entrevistado Ebv4, Ebv5.

<sup>17</sup> Entrevistado Ebv5.

<sup>19</sup> Entrevistado Ebrh3

<sup>20</sup> Entrevistado Ebra1

<sup>21</sup> Entrevistado Ebra2

<sup>23</sup> Entrevistado Ebo2.

<sup>24</sup> Entrevistado Ebo3.

<sup>25</sup> Entrevistado Ebo4.

<sup>26</sup> Entrevistado Ebv1, Ebv2.

<sup>27</sup> Entrevistado Ebv5.

<sup>28</sup> Entrevistado Ebrh1.

<sup>29</sup> Entrevistado Ebrh2.

|   |  |  |   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
|   |  | que le permita insertarse en los diversos campos. <sup>30</sup>  |   |   | producción: laboratorio y/o operarios. <sup>34</sup><br>Relacionados a las diferentes cadenas de valor: Técnico biotecnólogo en lechería, Técnico biotecnólogo en madera, etc. Apuntar al sector agropecuario. <sup>35</sup>   |
| <b>Conocimientos, saberes, competencias</b> | Microbiología <sup>36</sup> .<br>Preparación de materiales de laboratorio, conocimientos manejo de reactor, caldera. <sup>37</sup><br>Conocimiento básico biotecnológico. <sup>38</sup><br>Tecnologías moleculares: identificación microorganismos, extracción ADN, PCR, secuenciación; buenas prácticas de laboratorio; marco normativo, registro y propiedad intelectual; análisis, tests. <sup>39</sup> | Técnicas de Biología molecular: PCR, HPLC, GMP (buenas prácticas), electroforesis. <sup>40</sup><br>Formación en aspectos regulatorios, registro y técnicas de análisis clínico; técnicas de análisis específicas para cada proteína; análisis anticuerpos monoclonales; control de calidad de biofármacos; buenas prácticas de documentación, buenas prácticas de laboratorio; GMP; base bioquímica, base biológica; normas ISO. <sup>41</sup><br>Formación práctica de laboratorio, procesos de fabricación, normas de calidad y regulación. <sup>42</sup> | Conocimiento proceso productivo: control de calidad, buenas prácticas de manufactura, procesos de lavado, esterilización, filtración, de concentración.<br>Microbiología, enfermedades infectocontagiosas; protocolos de higiene y limpieza. <sup>43</sup><br>Operaciones unitarias básicas, microbiología, GMP, química, bioquímica.<br>Técnicas analíticas: HPLC, microscopía electrónica, espectrómetro de masa, electroforesis, ELISA. <sup>44</sup><br>Otras | Formación en bioquímica, biotecnología, básica de laboratorio, gestión y evaluaciones técnicas y económicas de proyectos. <sup>47</sup> | Normas GMP, normas ISO, normas de seguridad, respetar protocolos y normas; técnicas nuevas y procesos de laboratorio, química; proactividad, concentración, responsabilidad. <sup>48</sup><br>Nociones de calidad, GMP, manejo de áreas limpias, prácticas de higiene, manejar equipamiento, pruebas de laboratorio, leer análisis, control temperatura y ph. <sup>49</sup><br>Ingeniería genética, bioprocesos, bioquímica, biología celular, biología molecular; |

<sup>31</sup> Entrevistado Ebra3

<sup>32</sup> Entrevistado Ebb1.

<sup>33</sup> Entrevistado Ebo1

<sup>30</sup> Entrevistado Ebrh3

<sup>34</sup> Entrevistado Ebo3.

<sup>35</sup> Entrevistado Ebo4.

<sup>36</sup> Entrevistado Ebv2 y Ebv6.

<sup>37</sup> Entrevistado Ebv2.

<sup>38</sup> Entrevistado Ebv3.

<sup>39</sup> Entrevistado Ebv6.

<sup>40</sup> Entrevistado Ebrh1.

<sup>41</sup> Entrevistado Ebrh2.

<sup>42</sup> Entrevistado Ebrh3.

<sup>43</sup> Entrevistado Ebra1.

<sup>44</sup> Entrevistado Ebra2.

<sup>47</sup> Entrevistado Ebb1.

|   |   |  |   |   |  |
|---|---|--|---|---|--|
|   |   |  | <p>competencias:<br/>persona prolija,<br/>ordenada,<br/>sistemática,<br/>respetar normas,<br/>saber repetir,<br/>saber ordenar,<br/>respetar<br/>protocolos de<br/>seguridad y de<br/>higiene de<br/>proceso<br/>productivo,<br/>respetar<br/>procedimientos<br/>de seguimiento,<br/>de control, de<br/>seguridad.<br/>Capacidad de<br/>analizar, revisar<br/>procedimientos.<sup>45</sup><br/>Procesos<br/>automatizados:<br/>conocimientos<br/>electrónica,<br/>informática,<br/>nuevas<br/>tecnologías,<br/>mantenimiento<br/>máquinas.<sup>46</sup></p> |   | <p>destreza en el<br/>laboratorio:<br/>pipetear, pesar,<br/>medir PH;<br/>iniciativa.<sup>50</sup></p>   |
| <b>Necesidades de formación a corto y largo plazo</b> | <p>Especialistas en mejoramiento genético, ensayos de laboratorio, temas regulatorios, bioseguridad.<sup>51</sup></p> | <p>Gente formada en biotecnología no es una urgencia.<sup>52</sup></p> | <p>Gente con formación específica en biotecnología.<sup>53</sup></p>  |   | <p>Introducción de la biotecnología en las escuelas agrarias: micropropagación.<sup>54</sup></p>         |
| <b>Manifestación aportes del sector productivo</b>    | <p>Semillas Santa Rosa e INIA Las Brujas: Disposición a las pasantías.<sup>55</sup></p>                               |  |   | <p>Antecedentes ALUR: Existe acuerdo con UTU para las pasantías del Tecnólogo</p> | <p>Instituto Pasteur: capacitar docentes, cursos internacionales, hacer prácticas, brindar material,</p> |

<sup>48</sup> Entrevistado Ebo1.

<sup>49</sup> Entrevistado Ebo2.

<sup>45</sup> Entrevistado Ebra3.

<sup>46</sup> Entrevistado Ebra3.

<sup>50</sup> Entrevistado Ebo4.

<sup>51</sup> Entrevistado Ebv1.

<sup>52</sup> Entrevistado Ebrh1.

<sup>53</sup> Entrevistado Ebra2

<sup>54</sup> Entrevistado Ebo3.

<sup>55</sup> Entrevistado Ebv3, Ebv6.



|  |   |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|
|  | INIA Las Brujas: Capacitación docentes. <sup>56</sup> |  |  | Químico y el Agroenergético. <sup>57</sup> | firmar convenio. <sup>58</sup><br>ORT: Convenio por el Tecnólogo Químico se puede ampliar al Biotecnológico. <sup>59</sup> |
|--|---|--|--|--|--|

### 3.4. Identificación necesidades de formación y demanda de recursos humanos.

Continuando con la información sistematizada en el cuadro anterior, y bajo el supuesto que existe la necesidad de una formación general, recabada en las entrevistas, es posible hacer una comparación con la información recabada por el Informe de Consultoría (Pérez-Canale, 2014), el cual dice que la biotecnología requiere recursos humanos formados con un alto nivel de especificidad, superior a la media de los sectores industriales. Así como las demandas formativas y los perfiles requeridos presentan puntos de encuentro con el sector químico y farmacéutico.

También se requieren perfiles que tengan una muy buena capacidad para familiarizarse con diferentes herramientas tecnológicas, como el software, así como tener la capacidad de asimilar nuevos aprendizajes continuamente. El conocimiento del idioma inglés es otro requisito importante.

CUADRO N° 4

|   | Entrevistas  | Consultoría   |
|---|--|---|
| <b>Identificación de necesidades de formación</b> | Formación general que le permita insertarse en los diversos campos de la biotecnología. Introducción de la biotecnología en las carreras agrarias de la UTU. | Alto nivel de especificidad, capacidad para familiarizarse con diferentes herramientas tecnológicas (software), inglés.<br>Tecnólogo: perfil más versátil para cargos operativos de acuerdo a las necesidades del sector. |
| <b>Demanda de recursos humanos</b>                | Se necesitan operarios con formación técnica y tecnológica para los laboratorios de la industria biotecnológica.   | Cargos Técnico-Operativo y Táctico-estratégico  |

Son pocas las organizaciones o instituciones que diferencian los cargos netamente operativos de los cargos con algún componente técnico, en la mayoría de las empresas relevadas se solicitan cargos técnico-operativos. Donde se requieren estos cargos con un porcentaje de tareas mayoritariamente operativas se suele recurrir a perfiles preferentemente egresados del Tecnólogo Químico de UTU.

Se aclara que aunque la formación no es específica para las necesidades del sector, ante la ausencia de personal formado en biotecnología se ha optado por incorporar perfiles cuya formación base esté vinculada a la química y complementar su formación con capacitaciones específicas y entrenamiento en planta. Esto se refuerza con las entrevistas realizadas y el siguiente testimonio: “...tenemos en

<sup>56</sup> Entrevistado Ebv6.

<sup>57</sup> Entrevistado Ebb1.

<sup>58</sup> Entrevistado Ebo3.

<sup>59</sup> Entrevistado Ebo4.

nuestro staff permanente tecnólogos químicos de UTU.” “...estudiada la currícula igual veíamos que le faltaba formación un poco más específica en microbiología y le falta también formación en aspectos de tecnologías moleculares por ejemplo todo lo que es hoy para la identificación de microorganismos, ....ellas eso no lo vieron en la currícula del tecnólogo químico.” “...lo que tienen es una excelente formación y lo que le falta tienen una capacidad enorme de aprenderlo enseguida porque tienen ya el trabajo de laboratorio...”<sup>60</sup>

Sin embargo para aquellos casos en los cuales se requiere un perfil más técnico se recurre a los egresados de las carreras vinculadas a Biología y Química, que igualmente se requiere un complemento de esta formación por parte de las empresas o instituciones que los reclutan. Algunos entrevistados opinan que esto no es lo más conveniente “Pero yo en la empresa lo veía tenían tecnólogos químicos para hacer tareas que eran, pueden hacer mucho más de lo que hacen, no tocaban la cromatografía, análisis químico más complejo no lo hacían, pero porque si están formados para eso, lo pueden hacer, yo tendría una relación invertida 3 a 1. Está mal, después contratan un profesional, lo tienen haciendo pelotudeces y el tipo se frustra y se quiere que ir, y dice esto no es para lo que estudié, lo que pasa que estás ocupando un trabajo que no es el tuyo.”<sup>61</sup>

Algunos entrevistados manifiestan que si tiene la oportunidad de elegir van a optar por el egresado universitario “pero si yo puedo elegir un loco que está estudiando una maestría, por lo que yo saco a un chico de UTU, me quedo con el que hace la maestría”<sup>62</sup>, otros les parece muy apropiado la formación específica en biotecnología y de un tecnólogo “pero si se forma una carrera de tecnólogo en biotecnología sería como, debería poder atender esos aspectos”<sup>63</sup>, ya que se ahorrarían todo el tiempo que les lleva inducir los nuevos aprendizajes.

Si continuamos el análisis y pensamos los saberes, conocimientos y competencias recogidos en los testimonios de los entrevistados, como competencias técnicas y competencias conductuales, tomando como referencia la siguiente definición de competencia laboral como “una cualidad personal e intransferible que está referida a la realización de un trabajo determinado, con un nivel de calidad aceptable, y en un ambiente de trabajo apropiado” (CHILE VALORA, 2010)<sup>64</sup>, sistematizamos la información en el siguiente cuadro comparando también lo relevado en la consultoría citada.

CUADRO N° 5

|                              | Entrevistas   | Consultoría   |
|------------------------------|---|---|
| <b>Competencias técnicas</b> | Normas GMP, GLP, técnicas de laboratorio: formación práctica, normas ISO, conocimiento marco normativo y proceso productivo, informática, | Título técnico, inglés, informática, conocimientos GMP y GLP. |

<sup>60</sup> Entrevistado Ebv6

<sup>61</sup> Entrevistado Ebrh3

<sup>62</sup> Entrevistado Ebv5

<sup>63</sup> Entrevistado Ebv6

<sup>64</sup> Tomado de Segundo Entregable Consultoría para el Consejo Sectorial de Biotecnología: Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay.

|                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
|                                  | electrónica.  |   |
| <b>Competencias conductuales</b> | Proactividad, rigurosidad, respetar procedimientos, respetar normas, protocolos de seguridad e higiene. | Capacidad de atención y concentración, proactividad, trabajo en equipo. |

## CAPITULO IV

### 4.1 Prospectiva: posibilidades identificadas a futuro.

#### 4.1.1 Prospectiva del sector

El siguiente cuadro se realizó a partir de la construcción de los escenarios posibles que figura en el Informe prospectivo<sup>65</sup> de Ignacio Pereira (2011), ya citado anteriormente.

CUADRO N° 6

|                             |   |  |   |  |  |
|-----------------------------|---|--|---|--|--|
| <b>Los futuros Posibles</b> | La biotecnología se mantiene como un sector de crecimiento incipiente, aumentando aunque levemente su producción, sus exportaciones y el nivel de empleo. Este incremento se da en base a esfuerzos individuales de empresas e institutos de investigación. | El sector biotecnológico se expande a impulso de la reorganización de los factores y la sinergia lograda entre la academia y las empresas bio y entre las empresas bio y otras empresas de mayor porte. La expansión no alcanza su máximo potencial ya que el sector no cuenta con alta prioridad a la hora de definición de políticas. De todas maneras el sector comienza a servir de apoyo para el desarrollo de otros sectores de actividad. | El sector biotecnológico crece pero no a partir de una mejora de los factores nacionales, sino como consecuencia del arrastre que genera el sector a nivel internacional. Las inversiones son realizadas por agentes extranjeros y los productos biotecnológicos obtenidos (bienes y servicios) son para satisfacer necesidades del extranjero. No existe introducción de biotecnología en el resto de los sectores productivos nacionales. | El sector biotecnológico se transforma en uno de los sectores más dinámicos a nivel nacional, crece sustancialmente su facturación, sus exportaciones y la cantidad de personas empleadas. Sirve además de soporte para el crecimiento de otros sectores primarios del país, a partir de la diferenciación de productos, lo cual conlleva a un crecimiento sustantivo del producto nacional. | El sector biotecnológico uruguayo se estanca y sobreviven únicamente las empresas biotecnológicas existentes, que poseen su mercado asegurado. |
|-----------------------------|---|--|---|--|--|

<sup>65</sup> Informe Prospectivo del Sector Biotecnológico 2010-2020, Recomendaciones de Política Industrial, OPP, ONUDI, MIEM, Ignacio Pereira, 31 de marzo de 2011.

Complementariamente con la exposición de estos escenarios, según el documento de CONSUR (2014), existen oportunidades para ampliar la producción de biotecnología nacional sustituyendo productos que se importan, así como también ampliar la exportación de algunos productos.

Las empresas exportan USD 24,3 millones concentrados en los siguientes productos: vacunas (USD 10,9 millones), fracciones de la sangre (USD 1,5 millones) y preparaciones enzimáticas (USD 1,2 millones). Respecto a las importaciones éstas ascienden a USD 54 millones, concentradas en toxinas y vacunas veterinarias (USD 6,9 millones), levaduras (USD 3,4 millones), fracciones de la sangre (USD 3,3 millones) y enzimas (USD 2,8 millones).

De estas importaciones se identifican algunos productos como son las levaduras y las enzimas, que pueden ser sustituidos por la industria nacional porque tiene el conocimiento y el potencial productivo para hacerlo.

En julio de 2014, vista la necesidad de contar con planes estratégicos subsectoriales que identifiquen y prioricen los desafíos específicos de la Biotecnología, el Consejo Sectorial de Biotecnología (CSB) convocó a representantes públicos y privados de la cadena Biotecnológica nacional y a referentes del ámbito nacional vinculado a sectores prioritarios de la economía nacional (agropecuario, industrial, salud humana y animal), con el objetivo de fijar prioridades país en investigación y desarrollo biotecnológicos aplicados a éstas áreas, con un horizonte temporal a 2025. (Primer Foro Nacional sobre pautas estratégicas en Biotecnología para sectores productivos: BIOUY 2014: de la Biotecnología a la Bioeconomía).

A partir de este insumo se elaboró un documento<sup>66</sup> buscando identificar y priorizar los desafíos para los próximos 10 años para potenciar la interrelación entre la Biotecnología y cadenas estratégicas para el país como: la agrícola, biorrefinerías, láctea, farmacéutica y servicios para la salud humana y producción animal.

El desarrollo de la Biotecnología a nivel mundial ha experimentado un crecimiento exponencial en el último quinquenio, se explica por el impacto de este tipo de conocimiento en la transformación de diferentes sectores productivos. Lo más interesante es que las aplicaciones biotecnológicas continuarán expandiéndose en forma vertiginosa, ampliando su uso a otras áreas del conocimiento: farmacéutica, agricultura, producción de químicos y plásticos.

Esto implica un abordaje desde la bioeconomía donde las cadenas productivas han alcanzado un punto tal de interrelación que han dejado paso a plataformas bioeconómicas donde se conjuga la producción de bienes y servicios con la tecnología y los sectores público, privado y académico.

Es una cadena de valor que provee productos y servicios que tienen un efecto dinamizador en sectores claves de la economía uruguaya, como las cadenas agrícolas y agroindustriales exportadoras, así como en las principales instituciones públicas y privadas proveedoras de servicios de salud.

En el documento “Promoción estratégica del Uruguay Biotecnológico: Un camino posible para la diversificación y sofisticación de la matriz productiva nacional” (CSB, febrero 2015), se exponen las prioridades país a 2025 en las siguientes cadenas estratégicas: A) Salud animal: 1) Reducción de incidencia de enfermedades de gran impacto en ganado bovino a través del desarrollo de

---

<sup>66</sup> CSB, Promoción Estratégica del Uruguay Biotecnológico: Un camino posible para la diversificación y sofisticación de la matriz productiva nacional. Aplicación de biotecnología a cadenas de valor estratégicas: propuesta de prioridades a 2025. Primera aproximación, febrero 2015.

herramientas de diagnóstico, prevención y conocimiento de la enfermedad: como la leptospirosis, la tuberculosis, la brucelosis, la diarrea viral bovina. 2) Reducción de la incidencia de enfermedades que suponen altas pérdidas para el sector lechero y trabas para-arancelarias en ganado bovino de exportación en pie: como la leucosis bovina enzoótica, la paratuberculosis bovina. 3) Generación de plataformas tecnológicas para detección temprana de enfermedades emergentes y evaluación y generación de nuevas vacunas: como la generación de plataformas para la evaluación de respuesta inmunológica a las vacunas; desarrollo de técnicas inmunológicas y moleculares de diagnóstico a nivel nacional que permitan bajar costos. 4) Desarrollos para potenciar la competitividad de otro tipo de rodeos: en aviar desarrollo de vacunas con biotecnología molecular, en ovinos foco en la reproducción y disminución de mortandad. 5) Análisis de mercados emergentes: como animales de compañía, acuicultura.

Las acciones estratégicas para esta cadena serían las siguientes: kits de diagnóstico, biofármacos veterinarios, el biocontrol, la genética y reproducción, la nutrición.

B) Salud humana: los productos biológicos tradicionales y los biotecnológicos. Las prioridades aplicadas a esta cadena serían las siguientes: 1) Identificación de áreas de oportunidad de desarrollo para el país, y modificaciones necesarias para lograr dichos objetivos: desarrollo de moléculas innovadoras hasta etapas preclínicas; identificación de blancos moleculares de interés clínico para desarrollar fármacos de síntesis o biofármacos dirigidos a éstos; identificación de marcadores genéticos pronósticos y predictivos asociado al desarrollo de productos diagnóstico y desarrollo de test para diagnóstico de patologías; sustitución de productos importados no protegidos por patente tanto en el área diagnóstica como en medicamentos biológicos. 2) Acciones en el corto plazo: aspectos regulatorios, fortalecimiento del vínculo entre Centros I+D+i y Empresas, optimización de recursos destinados I+D+i, desarrollo de la investigación clínica y propiedad intelectual y protección de datos.

C) Agricultura. Las siguientes líneas de trabajo han sido definidas como prioritarias: inocuidad alimentaria; biodiversidad; bioinsumos; coexistencia, ingeniería genética y nuevas tecnologías de mejoramiento genético.

D) Láctea. La intervención de las biotecnologías puede realizar aportes sustantivos en al menos dos puntos de la cadena: 1) en los insumos de producción la actuación recomendada son: selección del rodeo asistida por marcadores genético; conocimiento del acervo genético de nuestros rodeos, haciendo especial hincapié en los bovinos; adecuación de la alimentación; mejoramiento de pasturas; caracterización y formulación de raciones; desarrollo de prebióticos para los rodeos; desarrollo de sistemas de diagnóstico de enfermedades como las abortivas y las metabólicas; desarrollo de productos veterinarios como vacunas, suplementos, enzimas, bacterias para disminución de meteorismo y acidosis, productos sustitutivos a los antibióticos para mastitis; revalorización de excrementos: generación de energía; y 2) sobre la producción industrial: desarrollo y producción nacional de enzimas como quimosina, lizosima, natamicina, nisina; desarrollo y producción nacional de microorganismos como estárteres, probióticos, prebióticos; otros insumos biológicos tales como saborizantes producidos por microorganismos, aditivos producidos por microorganismos; revalorización de desechos: lactosuero; desarrollo de sistemas biológicos de tratamiento de efluentes y desarrollo de métodos de análisis y control de calidad.

E) Biorrefinerías. Se proponen los siguientes puntos como estratégicos para avanzar en la priorización: 1) Estudio de diferentes insumos (disponible/potencial), tecnologías

(disponibles/potencial) y posibles productos a los que se podría apostar; 2) la identificación de actores (públicos/privados) “tractores” o “ancla” en cada una de las cadenas identificadas; 3) elaboración de una hoja de ruta para promover su desarrollo.

#### **4.1.2. Prospectiva educativa**

En este punto recogemos la propuesta de Capdevielle y otros (2008), documento ya citado anteriormente, que entiende necesario impulsar la integración transversal de las biotecnologías al plan estratégico en Ciencia, Tecnología e Innovación como agentes dinamizadores de la innovación en diversos sectores clave de la economía. En dicho documento se indica que según los antecedentes relevados se debería tender a la formación de recursos humanos especializados en diseño, generación, validación, escalamiento comercial y gestión empresarial de sistemas biotecnológicos enfocados al desarrollo de productos y servicios cuya utilidad socio-económica sea reconocida tanto en el sector farmacéutico, las cadenas productivas del sector agropecuario-agroindustrial y el sector de salud humana y animal; esto requiere disponer de conocimientos fundamentales en el área de las biociencias, dominio experimental de diferentes tipos de plataformas científico-tecnológicas integradas con apoyo de tecnologías de la información, así como visión empresarial para posicionar competitivamente estos productos y servicios con el apoyo de una adecuada gestión de la innovación y calidad.

Según esta propuesta este contexto obliga a pensar políticas para la innovación en biotecnologías y uno de los ámbitos donde hay que enfocarse es en la educación y formación de recursos humanos en biotecnología, en el cual se entiende que es necesario hacer un esfuerzo para la formación sólida e integral de jóvenes investigadores, se propone impulsar a nivel de la formación de grado la integración de cursos curriculares y talleres de actualización enfocados al estudio, discusión y desarrollo de modelos de bionegocios, enfocados en los estudiantes de diversos campos de ciencias de la vida.

También consideran esencial dar un impulso sostenido a la formación de posgrados del más alto nivel en el área, en los cuales los estudiantes tengan oportunidades para pensar y actuar con mentalidad de bioemprendedores, además de incorporar método y rigurosidad científica en sus investigaciones.

Asimismo agregan que esta propuesta, que apunta a facilitar el desarrollo de recursos humanos con diferentes niveles de formación (grado, maestría y doctorado) en aspectos fundamentales y operativos específicos del sector, podría ser una oportunidad para avanzar en la formación de una generación de “personal de frontera”, es decir individuos con formación, aptitudes, competencias y vocación de oficiar de articuladores profesionales entre el conocimiento y sus aplicaciones.

Ya que la incorporación de productos de base biotecnológica en algunos sectores de la economía vinculados con salud y agro-agroindustrias están contribuyendo a una mayor incorporación de trabajadores con niveles intermedios de capacitación inicial y que requieren ser orientados hacia procesos de aprendizaje continuos en el contexto de diferentes tipos de emprendimientos, estos consultores proponen dedicar recursos para apoyar la generación y difusión de innovaciones en materia de contenidos y estrategias formativas dirigidas a trabajadores que requieran conocimientos y saberes prácticos de base biológica y enfoque biotecnológico.

## 4.2. PROPUESTAS

### 4.2.1. Propuestas curriculares

CUADRO N° 7

|   | Propuesta Plan de Estudios CTEP/UTU: Tecnólogo en Biotecnología Industrial.   | Plan de Estudios ORT: Técnico Biotecnólogo. <sup>67</sup>  |
|---|---|--|
| <b>1er. año</b><br><b>Primer semestre</b> | Biología general, Técnicas de Laboratorio Bioquímico, Introducción a la Biotecnología nacional, Introducción a la Bioinformática, Matemática.                   | Matemática 1, Química General, Biología, Introducción a la Biotecnología, Introducción al Laboratorio.   |
| <b>Segundo semestre</b>                   | Estadística, Bioquímica, Elementos de Biofísicoquímica, Microbiología General, Inglés I.  | Matemática 2, Química Orgánica, Química Biológica, Física, Aspectos éticos y sociales de la Biotecnología, Laboratorio de macromoléculas.                  |
| <b>2do. Año</b><br><b>Tercer semestre</b> | Aseguramiento de Calidad, Técnicas Instrumentales, Introducción a la Ingeniería Genética Aplicada, Higiene y Seguridad Industrial, Inglés II.                   | Taller de física, Probabilidad y Estadística, Bioquímica, Biología celular, Físicoquímica 1, Fisiología vegetal y animal, Laboratorio de Biología celular. |
| <b>Cuarto semestre</b>                    | Bioprocesos Industriales, Técnicas de Laboratorio de Biología Molecular, Emprender y Gestionar una empresa, Seguridad y salud ocupacional, Legislación Laboral. | Genética y evolución, Economía, Biología Molecular, Físicoquímica 2, Métodos y equipos analíticos, Laboratorio de Enzimología.                             |
| <b>3er. año</b><br><b>Quinto semestre</b> | Bioprocesos y medio ambiente, Bioprocesos Alimentarios, Bioprocesos y Salud Humana, Bioprocesos agrarios, Bioprocesos Farmacéuticos, Bioprocesos papeleros.     | Taller de cultivo de células y tejidos, Programación, Microbiología, Propiedad intelectual e industrial, Virología, Laboratorio de Biología Molecular.     |
| <b>Sexto semestre</b>                     | Pasantía, Proyecto.   | Bioinformática 1, Bioprocesos, Agrobiotecnologías, Inmunotecnologías, Gestión de empresas, Laboratorio de Microbiología.                                   |

### 4.2.2. Recomendaciones: sugerencias educativas

El desarrollo de la biotecnología en nuestro país se ha dado tempranamente hace unos cuantos años en sectores vinculados al agro, como es el desarrollo de vacunas veterinarias para el ganado, y los inoculantes para las leguminosas. En este sentido la mayoría de los entrevistados visualizan a estos sectores como los que tienen mayor potencial de desarrollo, así como otros referentes visualizan

<sup>67</sup> Folleto carreras de biotecnología de Universidad ORT: [www.ort.edu.uy/fi/pdf/folletobiotecnologia.pdf](http://www.ort.edu.uy/fi/pdf/folletobiotecnologia.pdf). El Técnico Biotecnólogo es un título intermedio que forma parte del Plan de estudios de la Licenciatura en Biotecnología.

otros subsectores vinculados al agro como campos fértiles para trabajar en biotecnología y llevar a cabo industrias ad hoc nuevas y con valor agregado, que se refleja en el siguiente testimonio: *“todo lo que tiene que ver con los subproductos de la ganadería, para mí ese es el campo que más ofrece...”* *“...tenes que generar instrumentos que permitan el desarrollo de pequeñas industrias alrededor de las grandes industrias. El tambo por ejemplo, al lado de cada tambo podría haber tres empresas, la bosta, ahí tendrías que trabajar en energías alternativas microbianas, biotecnología es eso, ahí tenes una. El agua de los lavados, ahí tenes otra, y después ni que hablar si el tambo no es de leche fresca, si es de queso, ahí empezamos a hablar de industria farmacéutica...”*<sup>68</sup>

Es interesante este planteo ya que está vinculado a sectores agroexportadores que forman la base de nuestra economía, en los cuales existe cierto know how, importante masa crítica, investigación acumulada y en términos de intercambio comercial poseen ventajas competitivas.

Por esto mismo algunos entrevistados manifestaron que la UTU podría introducir la biotecnología en las carreras agrarias: *“...la introducción de la biotecnología en las escuelas agrarias estaría bueno, porque todo lo que es el manejo de micropropagación, propagación de cultivos in vitro, todo ese tipo de cosas son relativamente fáciles de implementar...”*<sup>69</sup> o directamente que: *“...UTU debería en lugar de apostar al barrer, apostar a diferentes cadenas de valor, el nombre queda muy largo pero es técnico biotecnólogo en lechería, técnico biotecnólogo en madera, técnico biotecnólogo en agronomía, técnico biotecnólogo en veterinaria...”*<sup>70</sup>

Incluso en el Informe de Consultoría sobre el Mercado laboral de la biotecnología (Pérez y Canale, 2014) se afirma que *“existe coincidencia en señalar la investigación en el sector pecuario, el veterinario y el agro como campos fértiles para trabajar en biotecnología, donde Uruguay ya tiene algunos mercados abiertos y posee un conocimiento acumulado que puede ser explotado.”*

Por otra parte siendo una actividad intensiva en conocimiento que requiere alta inversión en equipamiento, sin embargo tiene limitada capacidad en la generación de empleo. A pesar de que la oferta de la UTU de un Tecnólogo no genera un egreso masivo es un punto a tener en cuenta, así como tampoco se puede predecir cuánto crecerá esta industria y su consiguiente demanda de personal. En algunas empresas aclararon que el aumento de la producción por la obtención de nuevos clientes no significa aumentar la plantilla del personal, como lo ratifica el siguiente testimonio: *“... no hay una relación directa en duplicar la producción y duplicar el personal no lo hay, llega un momento en que uno dice bueno quiero aumentar la producción no voy a traer el doble de personal...”*<sup>71</sup>

Según la consultoría citada anteriormente la mayoría de las empresas de biotecnología operativas en nuestro país tiene un reducido número de personal, las cuales demandan – de acuerdo a la información relevada-, dos grandes grupos de perfiles ocupacionales: los de carácter Técnico-Operativo y los de carácter Táctico-estratégico.

En este sentido los mismos consultores entienden que si bien el sector generará posibilidades de trabajo reales y aumentará la cantidad de perfiles requeridos para su operativa, estará lejos de convertirse en la actividad que aglutine un porcentaje mayoritario de la masa trabajadora.

En mi opinión personal, a pesar de que no se puede predecir con exactitud la demanda de personal, la no existencia de esta formación condiciona también el desarrollo de las industrias ya instaladas y

---

<sup>68</sup> Entrevistado Ebo4

<sup>69</sup> Entrevistado Ebo3

<sup>70</sup> Entrevistado Ebo4

<sup>71</sup> Entrevistado Ebra1



de las nuevas industrias vinculadas que puedan surgir, por lo tanto teniendo en cuenta los datos sobre su crecimiento de los últimos años y el desarrollo a nivel mundial, sería importante para el sector productivo incluyendo empresas y trabajadores que la UTU pudiera embarcarse en este proyecto.

Pero también como dice este Informe hay que tener en cuenta que existe la posibilidad de que dicha demanda no necesariamente será para cargos con formación específica en Biotecnología sino que dichas vacantes pueden ocuparse con formaciones similares como bioquímicos o químicos.

#### **4.3. Conclusiones finales**

En primer término de acuerdo a los documentos y consultorías circulantes las perspectivas de crecimiento del sector y su demanda de trabajadores son auspiciosas, reforzadas con beneficios impositivos y una ley de biotecnología aprobada recientemente que le da un marco de apoyo estatal favorable, sin embargo mucho de los entrevistados para este informe consideran que con las empresas existentes no habrá grandes cambios en la demanda de empleo, a pesar de que si necesitan personas capacitadas en biotecnología, y que la única forma de que crezca el sector es con nuevos negocios, explotando nuevos campos de la biotecnología. Pero también está instalada la discusión cuáles campos de la biotecnología tiene que priorizar Uruguay, aunque hay bastante consenso de que hay que ir por el lado agropecuario, y la salud animal, que está muy relacionado con nuestra base productiva y agroexportadora.

En muchas de las empresas estos puestos de trabajo los ocupan tecnólogos químicos egresados de UTU, o egresados universitarios de las carreras de ciencias de la vida, o trabajadores sin calificación, todos reciben una capacitación en los lugares de trabajo para trabajar en la industria biotecnológica. Los tecnólogos químicos tienen toda la práctica y destreza para el laboratorio, pero les falta el conocimiento específico en bio, los egresados universitarios, la formación está orientada para la investigación, y no para la industria y resolver los problemas productivos.

Esta situación refleja una necesidad de una formación específica pero eso no implica que la demanda de empleo sea abundante, por otra parte también se necesitan recursos humanos formados que se incorporen al mercado, contar con recursos humanos formados permite a los empresarios visualizar el sector con otra perspectiva de crecimiento, así como el surgimiento de nuevos negocios a través de emprendedores.

Por lo tanto de acuerdo a lo que surge de las entrevistas realizadas y sistematizado en el Cuadro N° 4, las necesidades identificadas están relacionadas con una formación general que le permita insertarse en los diversos campos de la biotecnología, así como la posibilidad de la introducción de la biotecnología en las carreras agrarias de UTU.

Los recursos humanos tienen que estar altamente calificados porque son técnicas de laboratorio muy específicas, con mucho equipamiento avanzado, software, en el cual se necesita un conocimiento científico importante y de alta calidad, esto también está sistematizado en el Cuadro N° 5 en términos de competencias técnicas y competencias conductuales.

Planteándose otra cuestión, el costo de esta oferta educativa, la instalación de un laboratorio de práctica, cuesta entre 500.000 y 1 millón de dólares<sup>72</sup>, implicando la necesidad de acuerdos y convenios con el sector productivo, como el que está vigente con el Parque Científico y Tecnológico

---

<sup>72</sup> Este monto fue manifestado en la entrevista con los interlocutores de la Universidad ORT.



de Pando, u ofrecimientos del INIA para hacer pasantías, del Instituto Pasteur para capacitar docentes.<sup>73</sup>

Pensando en la continuidad educativa de estos Tecnólogos en Biotecnología, los representantes de la ORT en la entrevista manifestaron su apertura para hacer un convenio para que puedan continuar la licenciatura en esa Universidad.

## **5. FUENTES CONSULTADAS**

### **5.1. Documentos**

BIANCHI, Carlos (2014). “Empresas en el área de biotecnología en Uruguay 2010-2012”, Instituto de Economía, FCEyA, Udelar.

CAPDEVIELLE, FABIÁN Y OTROS. Biotecnología: promoviendo la innovación en los sectores farmacéutico, agroindustrial y de salud humana y animal. Documento elaborado como aporte al Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), 2008.

CONSEJO SECTORIAL BIOTECNOLOGÍA, Promoción Estratégica del Uruguay Biotecnológico: Un camino posible para la diversificación y sofisticación de la matriz productiva nacional. Aplicación de biotecnología a cadenas de valor estratégicas: propuesta de prioridades a 2025. Primera aproximación, febrero 2015.

CONSUR Sociedad de Consultores, “Análisis de Requisitos para Incrementar la Producción de Bienes y Servicios Biotecnológicos en Uruguay” (Febrero 2014)

GROMPONE GIANFRANCO Y OTROS: Gabinete Productivo, Etapa 1, noviembre 2009, Cadenas Bio & Nano Tecnologías.

PNUD. INFORME DE DESARROLLO HUMANO PARA URUGUAY 2005. (AMBITO DE BIOTECNOLOGIA, PAGES. 271 y siguientes)

PEREIRA, IGNACIO. Proyecto B “Asistencia técnica para el diseño de políticas de la producción sustentable y el empleo”. Componente 1: Insumos técnicos elaborados para el Diseño de instrumentos de promoción productiva estratégica para el largo plazo. Apoyo al Gabinete Productivo. Informe Prospectivo del Sector Biotecnológico 2010-2020, Recomendaciones de Política Industrial, OPP, ONUDI, MIEM, 31 de marzo de 2011.

PEREIRA, IGNACIO. Informe de Caracterización del Sector Biotecnológico, OPP, ONUDI, MIEM, 31 de marzo de 2011.

PÉREZ LEONARDO, CANALE XIMENA, “Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay. Informe final, Consejo Sectorial de Biotecnología (octubre 2014).

PÉREZ LEONARDO, CANALE XIMENA, “Mercado laboral, calificaciones, puestos críticos y formación técnica en el sector biotecnológico del Uruguay. Primer entregable (febrero 2014), Segundo entregable (junio 2014), Consejo Sectorial de Biotecnología.

---

<sup>73</sup> Estos ofrecimientos del INIA y del Instituto Pasteur, fueron manifestados en el marco de las entrevistas realizadas para este Informe.

PITTALUGA, LUCÍA Y OTROS (2006): Actualización y profundización del análisis de los sectores preidentificados como “clusterizables”. Cluster de Ciencias de la Vida.

PLAN SECTORIAL BIOTECNOLOGÍA, Gabinete Productivo, Planes Industriales, parte 1, noviembre 2012 y

## 5.2. Entrevistas / Informantes calificados

Representantes del sector empresarial:

Entrevistas Biotecnología Verde: Ebv1: Daniel Bayce, Gerente Cámara Uruguaya de Semillas.

Ebv2: Martín Lage, Lage y Cía S.A.

Ebv3: Jorge Peverelli, Semillas Santa Rosa S.A.

Ebv4: Guillermo Arrospide, Calister S.A.

Ebv5: Alfonso Díaz, Calister S.A.

Ebv6: Nora Altier, INIA Las Brujas

Biotecnología Roja, Salud humana: Ebrh1: Paula Tucci, Atgen Diagnóstica/Laboratorio Celsius.

Ebrh2: Carolina Temesio, Virginia Valle Lisboa, Laboratorio Clausen.

Ebrh3: Nicolás González, MSP.

Salud animal: Ebra1: Pablo Vega, Rafael Costoya, Laboratorio Prondil S.A.

Ebra2: Milton Cattaneo, José Kessell Rigal, Laboratorios Microsules Uruguay S.A.

Ebra3: Fernando Ambrosi, Marcelo Olheguy, Laboratorios Santa Elena (Virbac)

Biotecnología Blanca: Ebb1: Darío Rodríguez, ALUR.

Otras entrevistas: Ebo1: Jorge de los Santos, docente, egresado Facultad de Ciencias.

Ebo2: Carolina Da Silva, coordinadora Consejo Sectorial Biotecnología, MIEM.

Ebo3: Atilio Deana, Institut Pasteur de Montevideo

Ebo4: Carlos Sanguinetti, Julio Fernandez, Universidad ORT Uruguay.

## 6. ANEXOS

### 6.1. Caracterización de las empresas e instituciones entrevistadas.

| EMPRESAS/INSTITUCIONES      | CAMPO BIOTECNOLOGIA | ACTIVIDADES (Fuente: webs institucionales)  |
|-----------------------------|---------------------|---|
| Cámara Uruguaya de Semillas | Biotecnología Verde | Agremiación empresarial cuya actividad principal es la producción y comercialización de semillas.   |
| Lage y Cía S.A.             | Biotecnología Verde | Investigación y desarrollo de productos biológicos, formulación de inoculantes y tratamiento de semillas de leguminosas con bacterias del género Rhizobium.                                 |
| Semillas Santa Rosa S.A.    | Biotecnología Verde | Laboratorio de cultivo in vitro, investigación, producción y comercialización de portainjertos y plantas frutales, olivos, berries, especies forestales tradicionales y de maderas preciada |
| Calister S.A.               | Biotecnología Verde | Comercialización de agroquímicos, coadyuvantes e inoculantes,   |



|  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
|  |                       | investigación y desarrollo.  |
| INIA Las Brujas (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria)           | Biología Verde        | Plataforma de Bioinsumos Agrícolas en base a Recursos Genéticos Microbianos.   |
| Atgen Diagnóstica/Laboratorio Celsius  | Bio Roja Salud humana | Diagnósticos clínicos, especializada en biología molecular.  |
| Laboratorio Clausen  | Bio Roja Salud humana | Empresa farmacéutica, segmentos especializados del mercado farmacéutico: productos biológicos y biotecnológicos.                                 |
| Representante del Ministerio de Salud Pública en CSB                         | Bio Roja Salud humana | Reglamentación medicamentos biofármacos  |
| Laboratorio Prondil S.A.   | Bio Roja Salud animal | Fabrica y provee de productos para el cuidado de la salud animal, particularmente vacunas.   |
| Laboratorios Microsules Uruguay S.A.   | Bio Roja Salud humana | Fabrica, comercializa vacunas de uso veterinario.  |
| Laboratorios Santa Elena (Virbac)  | Bio Roja Salud humana | Elaboración, distribución y exportación de productos de sanidad animal, desarrollo e implementación de biotecnologías de última generación.      |
| Alur   | Biología Blanca       | Empresa agroindustrial: producción de biodiesel, bioetanol, alimento animal, energía y azúcar.   |
| Consejo Sectorial Biotecnología (Ministerio de Industria, Energía y Minería) |                       | Consejo Sectorial Tripartito: herramienta de articulación y de generación de insumos para la política sectorial                                  |
| Institut Pasteur de Montevideo   |                       | Producción de ciencia de nivel internacional en el campo de la biología, contribuyendo al desarrollo de la ciencia y la biotecnología uruguayas. |
| Universidad ORT Uruguay  |                       | Educación universitaria en biotecnología   |

## 6.2. Oferta educativa de CETP-UTU vinculadas a biotecnología

### OFERTA EDUCATIVA POR SECTOR DE ESTUDIO

#### QUIMICA

| Tipo de Curso                 | Orientación                 |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Educación Media Tecnológica   | Química Básica e Industrial |
| Articulación                  | Química Básica e Industrial |
| Curso Técnico Nivel Terciario | Tecnólogo Químico           |

**AGRARIO**

| <b>Tipo de Curso</b>          | <b>Orientación</b>                                 |
|-------------------------------|--|
| Educación Media Tecnológica   | Agrario  |
| Bachillerato Profesional      | Agrícola Ganadero                                  |
|                               | Hortifruticultura                                  |
|                               | Mecanización Agroindustrial                        |
|                               | Producción Lechera                                 |
|                               | Guardaparque                                       |
|                               | Arrocero   |
| Curso Técnico Nivel Terciario | Enología   |
|                               | Forestal   |
|                               | Industrias Lácteas                                 |
|                               | Producción Lechera                                 |
|                               | Sistemas de Producción Arroz - Pasturas            |
|                               | Sistemas de Producción Arroz - Pasturas Binacional |
|                               | Producción Agropecuaria Familiar                   |
|                               | Producción Agrícola Ganadera                       |
|                               | Producciones Vegetales Intensivas                  |
|                               | Riego  |
|                               | Conservación y Gestión en Áreas Naturales          |
|                               | Control Ambiental                                  |
| Tecnólogo                     | Manejo de Sistemas de Producción Lechera           |
| Educación Media Profesional   | Agrícola Ganadero                                  |
|                               | Agrícola Ganadera en Régimen de Alternancia        |
|                               | Agro Forestal                                      |
|                               | Arrocero (reformulado)                             |
|                               | Conservación de Recursos Naturales                 |
|                               | Forestal   |

|   |   |
|---|---|
|   | Granjera en Régimen de Alternancia                        |
|   | Hortifruticultura   |
|   | Mecanización Agrícola                                     |
|   | Parques y jardines  |
|   | Fruti-Vitivinicultura                                     |
|   | Producción Lechera  |
| F. P. S. E.   | Cría de Lanar y Corderos de Engorde                       |
| Formación Profesional Básica<br>Plan 2007                   | Producción de Carne y Ovinos                              |
|   | Vivero  |
|   | Ganadero - Lechero  |
|   | Hípica  |
|   | Producción Hortícola Intensiva                            |
|   | Prod. Agrop. Sustentable (semipresencial)                 |
| Capacitación Profesional<br>Inicial                         | Producción Granjera                                       |
|   | Previsionista Forestal                                    |
|   | Bioconstrucción   |
|   | Riego en Superficie                                       |
|   | Elaboración de Mobiliario y Elementos Apícolas            |
|   | Cultivos<br>Agroenergéticos                               |
|   | Producción de Cerdos a Campo                              |
|   | Operación Segura y Eficiente de Motosierras Profesionales |
|   | Industria Frigorífica                                     |
|   | Producción de Plantas Ornamentales                        |
| Injerto Invernal de Púa en Especies Frutales de Hoja Caduca |   |
| Poda en Frutales de Carozo                                  |   |

|   |   |
|---|---|
|   | Granja  |
|   | Poda en Frutales de Pepita  |
|   | Injerto en Frutales de Hoja Caduca                                  |
|   | Reparación y Mantenimiento de Pulverizadoras                        |
|   | Huerta Durazno  |
|   | Acondicionamiento de Instalaciones para Cría y Manejo de Parilleros |
|   | Acondicionamiento de Instalaciones para Cría y Manejo de Ponedoras  |
|   | Pasturas Naturales y Artificiales                                   |
|   | Hípica - Caballeriza  |
|   | Siembra Directa   |
|   | Cosechadora   |
|   | Operario de Silos   |
|   | Manejo y Seguridad de Tractores Agrícolas                           |
|   | Instalación, manejo y mantenimiento de Sistemas de Riego            |
| Capacitación Profundización Profesional | Análisis de Leche y Quesos  |

**Ciclo Básico Tecnológico Alternancia**

**Ciclo Básico Tecnológico Rural**

**Ciclo Básico Tecnológico Rural Semipresencial**

#### ENERGIA RENOVABLE

| Tipo de Curso                            | Orientación   |
|--|---|
| CTT Especialización                      | Energías Renovables y Eficiencia Energética           |
| Bachillerato Profesional                 | Energías Renovables - Opción Biomasa                  |
| Formación Profesional Básica (Plan 2007) | Energías Renovables Fotovoltaica y Eólica             |
| Capacitación Profesional Inicial         | Sistemas de Energía Fotovoltaica (PV) Microgeneración |
| Capacitación Profundización Profesional  | Sistemas de Energía Eólica para Microgeneración       |
|  | Sistemas de Cogeneración de Energía con Biomasa       |

CTT Especialización Energías Renovables y Eficiencia Energética

| <b>ENERGÍA EÓLICA</b>                                     |              |
|---|--------------|
| <b>Asignatura</b>   | <b>Horas</b> |
| Recurso Energético  | 16           |
| Tecnología de Generación                                  | 32           |
| Interconexión y Transporte de Energía                     | 16           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>64</b>    |
| <b>ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA</b>                         |              |
| <b>Asignatura</b>   | <b>Horas</b> |
| Recurso Energético  | 16           |
| Tecnología de Generación                                  | 32           |
| Interconexión y Transporte de Energía                     | 16           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>64</b>    |
| <b>ENERGÍA HIDROELÉCTRICA</b>                             |              |
| <b>Asignatura</b>   | <b>Horas</b> |
| Recurso Energético  | 16           |
| Tecnología de Generación                                  | 32           |
| Interconexión y Transporte de Energía                     | 16           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>64</b>    |
| <b>ENERGÍA SOLAR TÉRMICA</b>                              |              |
| <b>Asignatura</b>   | <b>Horas</b> |
| Recurso Energético  | 16           |
| Tecnología y Sistemas de ACS                              | 32           |
| Uso Industrial  | 16           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>64</b>    |
| <b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>                              |              |
| <b>Asignatura</b>   | <b>horas</b> |
| Energía y Eficiencia Energética y Aplicaciones Eléctricas | 16           |
| Eficiencia Energética en la Construcción                  | 32           |
| Eficiencia Energética en Aplicaciones Térmicas            | 16           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>64</b>    |

Fuente: Departamento Programación de la Propuesta Educativa

### 6.3. Datos estadísticos del CETP

#### APROBACIÓN ÚLTIMO AÑO DE EMT Y BP Trienio 2011 al 2013

| Año lectivo | Tipo de curso            |       |   | Aprobación | Total  |
|-------------|--------------------------|-------|---|------------|--------|
| 2011        | Bachillerato Profesional | Grado | 3 | 319        | 526    |
|             |                          |       |   | 60,6%      | 100,0% |
|             | EMT                      | Grado | 3 | 2848       | 4202   |
|             |                          |       |   | 67,8%      | 100,0% |
| 2012        | Bachillerato Profesional | grado | 3 | 400        | 687    |
|             |                          |       |   | 58,2%      | 100,0% |
|             | EMT                      | grado | 3 | 3314       | 4670   |
|             |                          |       |   | 71,0%      | 100,0% |
| 2013        | Bachillerato Profesional | grado | 3 | 459        | 746    |
|             |                          |       |   | 61,5%      | 100,0% |
|             | EMT                      | grado | 3 | 3249       | 4666   |
|             |                          |       |   |            |        |





|  |  |  |  |       |        |
|--|--|--|--|-------|--------|
|  |  |  |  | 69,6% | 100,0% |
|--|--|--|--|-------|--------|

Fuente: Dpto de estadística

Aprobación = Son los alumnos que habiendo cursado el grado X en el año t quedaron habilitados para cursar el grado X+1 en el año t+1.