



Genoma España

Situación actual y oportunidades de negocio en el sector biotecnológico en América Latina



LA BIOTECNOLOGÍA EN BRASIL

Informe elaborado por Hiperion Biotech y
TriKarty para Genoma España



SITUACIÓN ACTUAL Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO EN AMÉRICA LATINA

El presente informe "La Biotecnología en Brasil" ha sido realizado por HIPERION BIOTECH y TRIKARTY.

Genoma España, Hiperion Biotech y Trikarty, agradecen sinceramente la colaboración ofrecida y el interés demostrado a las siguientes personas e instituciones:

- João de S.B. Paes de Carvalho, Executive Director. ABRABI. Brasil.
- Dra. Enamar Fernandes Costa. Coordinadora del Programa de Investigación en Biotecnología y Recursos Genéticos. CNPq. Brasil.
- Leopoldo N. Coutinho. Coordinación de Cooperación Internacional. Dirección de Cooperación Institucional e Información Tecnológica. Instituto Nacional de Propiedad Industrial. Brasil.
- Cintia D'Vale. Asesoría de Comunicación. Fundación BIOMINAS. Belo Horizonte. Brasil.
- Embajada de Brasil en España.

La reproducción parcial de este informe está autorizada bajo la premisa de incluir referencia al mismo, indicando: Situación actual y oportunidades de negocio en el sector biotecnológico en América Latina. GENOMA ESPAÑA/ HIPERION BIOTECH-TRIKARTY.

Genoma España no se hace responsable del uso que se realice de la información contenida en esta publicación. Las opiniones que aparecen en este informe corresponden a los expertos consultados y a los autores del mismo.

© Copyright: Fundación Española para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica/ Hiperion Biotech, Trikarty.

Coordinador: Fernando Garcés (Genoma España)

Autores: Javier Amayra (Hiperion Biotech)
Juan Uriarte (Hiperion Biotech)
Luis Campillo (Triarty)
Fernando Béjar (Triarty)

Fecha: Octubre 2005
Edición: Silvia Enríquez (Genoma España)
Referencia: GEN-ES06002
Diseño y realización: Genoma España

Índice de contenido

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN POLÍTICA Y ECONÓMICA | 6 |
| 2.1. Situación Política | 6 |
| 2.2. Situación Económica | 6 |
| 2.3. Relaciones Bilaterales Brasil-España | 8 |
| 2.4. Relaciones y Acuerdos Comerciales | 9 |
| 3. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN BRASIL | 10 |
| 4. POLITICA GUBERNAMENTAL DE APOYO A LA BIOTECNOLOGIA | 11 |
| 5. FINANCIACIÓN PÚBLICA EN BIOTECNOLOGÍA | 24 |
| 6. ORGANISMOS DE APOYO A LA BIOTECNOLOGIA | 26 |
| 7. LA INDUSTRIA BIOTECNOLOGICA EN BRASIL | 30 |
| 7.1. Introducción | 30 |
| 7.2. Asociaciones Empresariales | 31 |
| 7.3. Aplicaciones Biotecnológicas por Sectores | 32 |
| 7.4. Fundación Bio-Rio: Un Análisis General de sus Empresas | 49 |
| 7.5. Estudio de la Fundación Biominas | 51 |
| 7.6. El Estado de Minas Gerais | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 8. PROPIEDAD INDUSTRIAL EN BIOTECNOLOGÍA | 54 |
| 9. LEGISLACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA | 56 |
| 10. CONCLUSIONES | 58 |
| 11. ANEXOS: | 59 |
| • ANEXO I: Centros de investigación | 59 |
| • ANEXO II: Selección de algunos de los proyectos de Biotecnología más relevantes | 78 |
| • ANEXO III: Lista de científicos relevantes en Biotecnología | 81 |
| 12. BIBLIOGRAFÍA | 92 |

1. Introducción

Brasil podría llegar a convertirse en una de las grandes potencias mundiales. Durante los últimos años muchos de los indicadores económicos están mejorando notablemente y, a pesar de la existencia de importantes desequilibrios y desigualdades en la distribución de la riqueza, la tendencia general apunta a que en un futuro no muy lejano muchos de esos problemas se puedan solucionar.

Para ello es preciso que Brasil desarrolle su enorme potencial económico y sus recursos de una manera sostenible y siempre preservando dichos recursos para las generaciones futuras. La enorme biodiversidad presente en el país, probablemente la mayor del mundo, obliga a que los gobiernos brasileños desempeñen una labor de vigilancia y explotación racional de los recursos existentes. En este aspecto la bioprospección controlada y racional de vegetales y animales en los diferentes ecosistemas brasileños, con especial relevancia de la selva amazónica, podrá traer un beneficio a toda la humanidad.

En este contexto, la biotecnología puede y debe desempeñar un papel primordial en el desarrollo del país. Las nuevas tecnologías de secuenciación permitirán el descubrimiento de los genomas de organismos de utilidad social y económica en las áreas de la salud, la agricultura o el medio ambiente, así como la obtención de nuevas sustancias con importantes propiedades farmacológicas y alimenticias.

Brasil ha sabido entender la importancia que la biotecnología tendrá en un futuro en su economía. El Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT)

es la base sobre la que se sustenta la estrategia, acciones y objetivos de la biotecnología brasileña. Los brazos ejecutores serían el propio MCT, el CNPq, el FAPESP, el EMBRAPA, el Ministerio de Sanidad, el Ministerio de Medio Ambiente, la red ONSA, la Fundación Biominas o el ANPROTEC, por citar a los más importantes.

Conviene resaltar la calidad de la ciencia y los investigadores brasileños en biotecnología, que han permitido situar a Brasil en los últimos años dentro del selecto club de los países más avanzados en genómica, proteómica y bioinformática. La secuenciación del genoma de diferentes organismos y la experiencia y conocimiento acumulados, han permitido que incluso organismos como el USDA de EE.UU. hayan solicitado su ayuda para desvelar los secretos de la variedad de *Xylella fastidiosa* que esquilma los viñedos de California.

Sin embargo quedan cosas por hacer y mejorar. La inversión en I+D sigue siendo inferior a la de los países más desarrollados, y, a pesar de la calidad científica y el número de publicaciones, el conocimiento sigue sin transmitirse adecuadamente al sector productivo. La transferencia de tecnología se hace necesaria para que redunde en la creación de nuevos productos y servicios que beneficien económicamente a los brasileños.

El marco regulatorio apunta en la dirección adecuada. Las nuevas Leyes de Bioseguridad e Innovación pueden suponer a largo plazo un revulsivo que sitúe a Brasil entre los grandes de la biotecnología mundial.

2. Análisis de la Situación Política y Económica

2.1. Situación Política

Brasil es una República Federal de carácter Presidencialista, con una importante autonomía por parte de los Estados en la que el Jefe de Estado y el Presidente de Gobierno coinciden. En Brasil existen multitud de partidos políticos, gobernando ahora el Partido de los Trabajadores.

Existen 27 Estados representados por 513 escaños en el Congreso.

2.2. Situación Económica

Los datos del año 2004 apuntan a una recuperación de la economía. Así la producción física brasileña ha presentado un crecimiento del 0,8% respecto al año 2003, el sector de bienes equipo presenta un crecimiento mensual del 4,5%, indicando un claro crecimiento respecto a los datos del 2003 (3%). Todo ello viene a confirmar el crecimiento durante el año 2004 del PIB del orden del 3,5%.

La inflación en el año 2003 finalizó dando un valor al Índice de Precios al Consumidor Amplio (IPCA) del 9,3% frente al 12,53% del 2002. En el año 2004 se sitúa en un 5,5%.

El desempleo alcanzó en el año 2003 el 11,7% de la población activa. De todas formas, las encuestas de desempleo en Brasil no son muy fiables, ya que se estima que el 40% de las personas mayores de 15 años se encuentra fuera del mercado de trabajo formal.

Las autoridades están satisfechas tras haber cumplido con holgura la meta de conseguir un superávit primario con el FMI en el 2003 (4,32% del PIB), que se mantiene durante el 2004.

• Evolución de los sectores económicos más relevantes

1. Desde el punto de vista del país

En el año 2003, el comportamiento de los sectores que componen el PIB brasileño ha sido desigual. Mientras que el sector agrícola (cada vez más

orientado al exterior) registró un crecimiento anual del 5% (cosechas record de leguminosas, algodón, arroz, incremento de superficie cultivada), el sector servicios (retracción del 0,1% anual con el comercio decreciendo un 2,6% tras las políticas fiscales y monetarias restrictivas) e industrial (un 1% anual tras el descenso del sector de la construcción -8,6%, pero con el crecimiento suave en la extracción mineral 2,8%) han sufrido caídas en su productividad.

2. Desde el punto de vista del interés de las empresas españolas

Es interesante para España el sector energético, que durante el año 2003 ha dado datos positivos. Así el consumo de energía eléctrica ha crecido un 4,28% y también han subido un aumento de la producción de petróleo y gas natural del 3,6% y 1,5% respectivamente gracias a los nuevos yacimientos. A pesar de esto, la situación sigue siendo difícil, ya que se sigue cobrando la deuda contraída por la devaluación del real y el tener unas tasas de retorno muy inferiores a las del mercado.

Asimismo, la incertidumbre respecto a la regulación y los problemas de acceso a financiación a largo plazo para los proyectos de generación crean incertidumbre respecto al futuro de este sector.

• Comercio Exterior

❖ Apertura comercial

A pesar de que el proceso de apertura comercial se inició hace casi una década, Brasil es hoy en día un país en el que el comercio exterior tanto de exportación como de importación, tiene un gran potencial de crecimiento. El grado de apertura de la economía de Brasil medido por el ratio de exportaciones más importaciones sobre el PIB fue del 23,6% en el 2003, muy por debajo de otros países como México (70%) o Chile (53%).

Como miembro que es de MERCOSUR, el nivel de protección arancelaria viene dado por el Arancel Exterior Común del MERCOSUR (AEC) siendo la tarifa aplicada del 10,75%.

❖ Principales socios comerciales

Durante el año 2003 ha destacado la recuperación de la relación Brasil-Argentina, convirtiéndose Argentina en el segundo proveedor y cliente de Brasil. Asimismo cabe resaltar la importancia de las relaciones con China que se ha convertido en el quinto proveedor y en el tercer cliente de Brasil.

Como clientes de Brasil también destacan por bloques): la UE (24,77%), EE.UU. (22,84%) y Asia (19,84%). También hay que destacar el esfuerzo que hace Brasil en la apertura de nuevos mercados como son China, Méjico, Rusia y países del Oriente Medio.

Como proveedores de Brasil: UE (26,29%), Asia (21,85%), EE.UU. (19,82%) y MERCOSUR (11,78%).

❖ Principales sectores importadores

La distribución fue: materias primas y bienes intermedios (53,45%), bienes capital (21,44%), combustibles y lubricantes (13,63%) y bienes consumo (11,48%). En el capítulo de importaciones, continúan siendo con los reactores nucleares, calderas y maquinas con un 16,14% el líder. Le sigue combustibles y aceites minerales (15,41%) y maquinas y material eléctrico (14,03%). También figuran los productos químicos, vehículos y automóviles, materias y manufacturas plásticas, instrumentos y aparatos de óptica y fotografía, abonos, productos farmacéuticos y cereales. La suma de todas las mencionadas supone el 74,48% del total importado.

❖ Balanza de pagos

Los datos muestran un cambio estructural en las cuentas externas brasileñas. El año 2003 se cerró con un superávit de 24.831 millones de US\$ \$. Además la mejoría no se ha

limitado a la Balanza Comercial, sino que también en la Balanza de Servicios y Rentas, en la que también se alcanzó un superávit por cuenta corriente de 4.051 millones de US\$ \$ (0.98% del PIB).

Para el 2004 las previsiones apuntan a un superávit comercial de 20.000 millones de US\$ \$, y un déficit por cuenta corriente de 3.900 millones de US\$ \$.

❖ Inversión extranjera

Brasil ha abierto su economía en los últimos años al capital extranjero. Tradicionalmente la inversión extranjera ha jugado un papel muy importante en el desarrollo económico del país, que a su vez ha sido uno de los principales destinos de inversión extranjera directa del mundo. Para el 2004 se esperaba una inversión de 13.000 millones de US\$ \$.

a. Principales inversores

En el año 2003, EE.UU. ha sido el principal inversor con 1.597 millones de US\$ \$, seguido de Países Bajos, Japón, Francia y Reino Unido. En cuanto a stock, EE.UU. sigue siendo el principal inversor con 43.500 millones de US\$ \$ (22,8%), seguido de España con algo más de 25.000 millones de US\$ \$ (13, 17%).

b. Principales sectores de inversión

El sector industrial continúa aumentando su cuota como receptor de inversión directa extranjera durante el 2003. Dicho sector alcanza ya el 40% del total de as inversiones, gracias sobre todo a las inversiones en los sectores químicos, automoción, papel y alimentación y bebidas. Los servicios por su parte cayeron del 51% al 47%, debido fundamentalmente a la caída en la inversión de la intermediación financiera.

c. Deuda externa

En noviembre del 2003 se situaba en torno a los 219.724 millones de US\$ \$ (42,83% del PIB), cifra todavía bastante elevada y que supone inestabilidad para los mercados financieros brasileños. Aún así, el

Banco Central cuenta con 50.000 millones de US\$ en reservas internacionales para invertir en mercados internacionales.

Aunque la deuda está dividida casi por igual entre el sector público y privado (55%-45%), hay que reseñar que aunque la deuda externa pública a corto plazo es residual, el 21,66% de la deuda externa privada es a corto plazo.

d. Clasificación de riesgo de la OCDE

Brasil está clasificado en el 6º grupo a medio y largo plazo y, desde marzo de 2001, en el 5º grupo a corto plazo. El índice EMBI+ de riesgo-país ha bajado hasta los 567 puntos-base.

Por otro lado, Fitch elevó el rating de Brasil de B a B+, para la clasificación de Deuda Externa. Standard & Poor's mantiene el B+ para el crédito soberano en moneda extranjera a largo plazo y B- en corto plazo con perspectiva positiva.

e. Tipo de cambio

El real se apreció un 18,48% a lo largo del 2003, cerrándose en los 2,89 reales por dólar US\$, como consecuencia de la mejora de la percepción por los inversores extranjeros. En el año 2004 se ha ido apreciando respecto al dólar.

2.3. Relaciones Bilaterales Brasil-España

• Relaciones institucionales

Ambos países se encuentran en muy buena armonía. Las mutuas visitas entre ambos países (la última del presidente Rodríguez-Zapatero fue en enero del 2005) y la firma de un Plan de Asociación Estratégica España-Brasil, así lo confirman.

Principales Acuerdos y programas económicos entre los dos países:

- **Tratado General de Cooperación y Amistad**
- **APPRI**
- **CDI**
- **Acuerdo de Cooperación Turística**

• Relaciones comerciales

Al igual que con las relaciones institucionales, las relaciones comerciales con Brasil son muy importantes. Gracias a Expotecnia 1996 en Sao Paulo, Brasil fue situado en la mente del empresariado español, haciendo que la presencia comercial en Brasil aumentara de forma considerable hasta convertirse en el segundo destino de exportación española en América Latina, solo por detrás de México.

Las exportaciones españolas al país crecieron en 2003 a un total de 989 millones de US\$, un 4,1% más que el año anterior, lo que sitúa a Brasil como el vigésimo cliente para las exportaciones españolas, con un 0,7% del total. Ese volumen representa para Brasil un 2,02% del total. España importa básicamente productos agrícolas y materias primas, mientras que se exporta a Brasil productos manufacturados y bienes de equipo con alto valor añadido.

En cuanto a las importaciones españolas desde Brasil, ascendieron en 2003 un 46,64% y un incremento de cuota de participación del 2,12% sobre el total de la exportación brasileña.

El saldo de la balanza comercial bilateral se ha saldado en 2003 con un déficit para España de 907 millones de US\$ lo que supone una tasa de cobertura del 52,16%.

• Inversiones

De España en Brasil

En 2002 y 2003, en un contexto de fuerte retracción de la inversión Extranjera Directa en Brasil, las inversiones españolas han disminuido considerablemente. En el 2003, la inversión directa neta española fue negativa en 320 millones de US\$, en gran medida por la venta de la filial brasileña del BBVA a Bradesco.

De Brasil en España

Brasil continúa siendo un país netamente receptor de inversión, siendo los flujos de salida muy reducidos. Según los datos del 2003, la inversión brasileña en España ha sido nula.

2.4. Relaciones y Acuerdos Comerciales

• Relación con la Unión Europea

La UE es el primer socio comercial de Brasil. En julio del 2002 se produjo una reunión ministerial que supuso un impulso a las relaciones UE-MERCOSUR, en el que se confirmó un compromiso entre ambas partes con un acuerdo amplio que cubría tanto el acceso a mercados como inversiones, compras públicas, medidas fitosanitarias, un acuerdo específico sobre vinos y

alcoholes, competencia y derechos de propiedad intelectual.

A mediados del 2003 se iniciaron la fase final de las negociaciones. En cuanto a la agricultura, la Comisión ha adelantado a MERCOSUR y a los EE.MM. un resumen de las modalidades agrícolas que se aplicarán a la liberalización del mercado agrícola europeo. Este tema es fundamental para ambos, representando un cuello de botella.

También se han realizado avances respecto al mercado textil similar al que se firmó con Pakistán, Ucrania y Sri Lanka.

3. Introducción a la Situación de la Biotecnología en Brasil

Brasil ha venido apostando en los últimos años por la biotecnología. El descubrimiento del genoma de *Xylella fastidiosa*, una bacteria responsable de importantes pérdidas económicas en el sector agrícola, le supuso ser portada de Nature en el año 2000 y subirse al tren de los países más desarrollados del mundo en genómica. Desde entonces se han desarrollado más proyectos de secuenciación de organismos de interés social y económico.

Es importante destacar el modelo seguido por Brasil, mediante la implantación de **redes de colaboración** extendidas por todo el país, que han permitido la integración de grupo de investigadores multidisciplinares para lograr un mismo objetivo. En estas redes se encuentran institutos, universidades y empresas trabajando en proyectos comunes de genómica, proteómica y bioinformática. Por destacar alguna de las más relevantes, la red ONSA de secuenciación de genomas bacterianos y cáncer está realizando una importante aportación a la biotecnología brasileña y mundial.

Este salto hacia adelante se ha logrado gracias a la apuesta realizada por el gobierno federal y los gobiernos de estados como Sao Paulo, Minas Gerais o Río de Janeiro, por citar los más relevantes, que han creído ver en la biotecnología una importante fuente de desarrollo económico y bienestar para sus sociedades.

Los **organismos** de mayor apoyo a la biotecnología estarían representados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) con diferentes programas de apoyo, el Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP), el EMBRAPA, el Ministerio de Sanidad, el Ministerio de Medio Ambiente, la Fundación Biominas y ANPROTEC, por citar a los más importantes.

En los que se refiere al **sector empresarial**, existen censadas de 100-200 empresas relacionadas directamente con la genómica y otras técnicas modernas de biotecnología. Por otro lado existen pocas empresas de procesos industriales. El número de empresas de biotecnología clásica (alimentaria, farmacia, cosmética y otros) asciende a unas 2500 empresas. La mayoría de las empresas se ubica en los estados de Sao Paulo y Minas Gerais, siguiéndole en orden de importancia Río de Janeiro. Se están desarrollando importantes clusters de biotecnología en lugares como Belo Horizonte y Río de Janeiro. Los sectores predominantes son el agropecuario y de salud humana. Entre las empresas más importantes conviene destacar a la Fundación Oswaldo Cruz, Instituto Butantán, Instituto Ludwig, Embrapa, Instituto Agronómico de Campinas, Copersucar y Biobrás.

En materia de patentes Brasil sufre una importante carencia de transferencia de tecnología desde las universidades e instituciones de investigación hacia las empresas. Los científicos brasileños han estado históricamente más centrados en la investigación académica e investigadora y, a pesar de un elevado número de publicaciones y un creciente prestigio internacional, todavía no se ha conseguido el adecuado aprovechamiento del conocimiento brasileño para generar beneficios que repercutan en el desarrollo económico y social del país.

Para corregir esta carencia, el gobierno instauró la **Ley de Innovación**, que trata de situar a los científicos en una buena posición para crear empresas o colaborar con las empresas ya existentes.

En materia de legislación conviene también destacar la reciente aprobación de la **Ley de Bioseguridad** que contempla el desarrollo de cultivos transgénicos y la investigación con células troncales.

4. Política Gubernamental de Apoyo a la Biotecnología

• Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos Ministerio de Ciencia y Tecnología–MCT

Las oportunidades para alianzas y nuevas colaboraciones entre el sector generador de conocimiento y el sector productor de bienes y servicios, representado predominantemente por las PYMEs, constituyen el punto principal del **Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos** del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), el cual adopta estrategias de acción, como la organización de los proyectos en redes para aumentar el flujo de innovación y canalizar la producción y comercialización de sus resultados en beneficio de la sociedad.

El Programa tiene una duración prevista de diez años. En el periodo 2000 – 2003 se invirtieron por parte del MCT alrededor de R\$ 120 millones en el Programa Avança Brasil/ PPA/Programa de Biotecnología e Recursos Genéticos GENOMA. Otras fuentes de recursos proceden de fondos económicos de las agencias federales y de los diferentes estados, de los diversos fondos sectoriales, del Fondo Sectorial de Biotecnología, de otros Ministerios con acciones en Biotecnología, así como del apoyo a proyectos de investigación y desarrollo por parte de otras instituciones federales y de los distintos estados.

• Introducción

En Brasil la biotecnología integra a diferentes sectores de la economía que representan una parte considerable del PIB interior y de las exportaciones. El proceso de ajuste estructural de la economía brasileña está influenciado por la demanda de innovaciones tecnológicas en los principales sectores usuarios de la biotecnología.

El mercado brasileño de biotecnología, incluyendo los diferentes sectores económicos de todas las categorías de productos biotecnológicos, correspondía a cerca del 2,8% del PIB nacional en el año 2001, contando con la participación de 304 empresas de base biotecnológica, la mayoría de ellas ligada a las universidades. Conviene

resaltar que las empresas cuentan con soporte científico-técnico ofrecido por las diversas instituciones de investigación con aplicaciones en las áreas de la salud, agropecuaria y medio ambiente, entre otros.

Son también relevantes las acciones gubernamentales que son desarrolladas por medio de programas como el PADCT/MCT/CNPq/Biotecnología (Programa de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico), el RHAEC/MCT/CNPq/Biotecnología (Programa de Capacitación de Recursos Humanos para Actividades Estratégicas), GENOMA/FAPESP, PITE/PIPE/FAPESP (Programa de Innovación Tecnológica para Pequeñas Empresas / Programa de Innovación Tecnológica de la Fundación para el Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo) y de otras Fundaciones de Investigación de otros estados brasileños, como es el caso de Pernambuco y Minas Gerais que vienen desarrollando desde la década de los 90 varios proyectos en biotecnología de gran interés para el país.

Tales proyectos han contribuido a la investigación brasileña mediante el desarrollo de un importante know-how relacionado de escalado productivo en la generación de bioproductos de alto valor añadido que utilizan ingeniería genética, como por ejemplo la producción de insulina humana, hormona de crecimiento humana o mediante el desarrollo de tecnología para la secuenciación genómica que han permitido la secuenciación de genomas de interés en las áreas de la salud y la agricultura.

Se están realizando también esfuerzos por los organismos públicos federales como el CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), y por las FAPs (Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa – Fundaciones de los Estados para el Apoyo a la Investigación) permitiendo la formación y capacitación

de recursos humanos en las diversas áreas de las Ciencias Biológicas, principalmente a nivel de postgraduado.

La definición de las acciones políticas que estimulen el pleno desarrollo de la biotecnología en Brasil debe considerar, además de las competencias a desarrollar en términos de infraestructura, equipos de investigación y recursos humanos, los siguientes aspectos:

- La enorme biodiversidad que presentan los ecosistemas del país.
- Las condiciones climáticas e hídricas que permiten un importante desarrollo de la agricultura tropical.
- Las importantes demandas en cuestiones de salud humana que requieren soluciones autóctonas.
- Enfrentar los desafíos en el sector agropecuario, asociados a la mejora de la productividad y la expansión de la frontera agrícola, entre otros.
- Desarrollar soluciones específicas en las áreas de medio ambiente y biorremediación.

Además el programa tiene como principio el constante acompañamiento de los cambios a los que están sujetos los diferentes segmentos de la biotecnología, como son las elevadas tasas de innovación introducidas en la generación de conocimiento, en el sistema productivo y en el mercado de los productos biotecnológicos, siempre realizando los ajustes necesarios.

• **Objetivos**

El Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos del Ministerio de Ciencia y Tecnología se caracteriza por ser un instrumento dinámico de la política del país, vuelto a la articulación de las iniciativas de inversión en C&T, estimulando la participación de los sectores envueltos y usuarios de Biotecnología, con el objetivo de contribuir al desarrollo socioeconómico.

El objetivo general del Programa es elevar el nivel de producción científica y tecnológica del país a niveles equiparables a los de los países desarrollados, acelerando los mecanismos de transferencia tecnológica al sector productor de bienes y servicios, de los conocimientos

y tecnologías generados, con el fin de conseguir la innovación y la mejora de productos, procesos y servicios biotecnológicos de interés social y económico.

El Programa deberá promover iniciativas en el sentido de fortalecer la base científica y tecnológica en biotecnología en las áreas relacionadas, ampliar la capacitación del personal especializado en modernizar la infraestructura de I+D existente. Incentivará el fortalecimiento de la base productiva, así como la creación de un ambiente favorable al desarrollo de nuevas empresas, establecerá una organización de redes interactivas en consonancia con las políticas de innovación y competitividad del país.

Los **objetivos** específicos están dirigidos a:

- Promover la formación y capacitación de recursos humanos.
- Fomentar investigaciones biotecnológicas que amplíen la base de conocimiento de los procesos biológicos y que ofrezcan nuevas alternativas.
- Fomentar investigaciones biotecnológicas que generen productos de mayor valor añadido, generar y optimizar nuevos procesos y servicios especializados en biotecnología.
- Ampliar y fortalecer la infraestructura de apoyo a la biotecnología, incluyendo los aspectos relacionados con bioseguridad, bioinformática, colecciones de cultivos microbianos y de células, bancos de germoplasma vegetal y de reproducción animal, así como la implantación de un laboratorio nacional de biología molecular.
- Ampliar y fortalecer la base productiva de bienes y servicios.
- Fomentar el desarrollo y fortalecimiento de empresas de base biotecnológica.
- Promover el uso sostenible de la biodiversidad y la conservación de los recursos genéticos.
- Apoyar la realización de actividades continuas de monitorización y estudios prospectivos, con énfasis en la bioprospección.

• Estrategias

El crecimiento y la expansión de la biotecnología están asociados a dos componentes básicos: la excelencia en investigación científica y la competitividad tecnológica.

Para garantizar la eficiencia y la eficacia en la consecución de los objetivos propuestos, las acciones que deben realizarse en este programa deben estar basadas en iniciativas de carácter estratégico:

- Incentivar la formación y capacitación de los recursos humanos
- Sistematizar, fortalecer y ampliar las bases de datos en información biotecnológica.
- Realizar estudios prospectivos para la identificación de prioridades de investigación y de nuevas rutas tecnológicas que deben ser incorporadas a la base de conocimiento del proceso productivo.
- Estimular y fortalecer las redes interactivas que promuevan el desarrollo de investigaciones y la transferencia de conocimientos entre grupos de investigación de las universidades, institutos de investigación y las empresas.
- Estimular el nacimiento, expansión y modernización de industrias de base biotecnológica y promover el apoyo directo a las pequeñas y medianas empresas de base biotecnológica con propuestas innovadoras.
- Crear una base de datos que permita el acceso a informaciones actualizadas sobre proyectos financiados que puedan resultar en productos y/o servicios para el mercado.
- Articular y fomentar la cooperación internacional.
- Desarrollar políticas con las agencias federales y estatales para la ampliación de las inversiones en I+D

con el objeto de fortalecer los sectores de la biotecnología y los recursos genéticos.

- Mantener una articulación constante con los diversos agentes, bien se trate de asociaciones empresariales, instituciones y ONGs.
- Interactuar con otros programas gubernamentales para establecer un método de concentrar esfuerzos y recursos en la obtención de resultados más eficaces.
- Estimular, junto al sector académico y empresarial, la utilización de mecanismos de protección intelectual.
- Implantar metodologías de monitorización y evaluación del programa.

Brasil, a pesar de presentar una producción científica y tecnológica considerable, no tiene desarrolladas políticas de estímulo de la protección intelectual y de patentes. Es necesario divulgar y enfatizar la importancia de las ventajas de dichos instrumentos para promover la motivación y concienciación de su utilización, tanto en el mundo académico como empresarial.

• Acciones

Acción 1: Formación y capacitación de recursos humanos en Biotecnología

Brasil es el mayor productor de ciencia de América Latina, calculándose que existen unas 200.000 personas entre estudiantes, investigadores de los sectores públicos y privados implicados en investigación y desarrollo. En el año 2001 existían 1718 grupos de investigación en actividades relacionadas directa o indirectamente con la Biotecnología, principalmente en universidades e instituciones públicas.

DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA EN BRASIL, POR REGIÓN GEOGRÁFICA, NÚMERO DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, INVESTIGADORES Y ESTUDIANTES

| Sector de actividad por Región geográfica | Grupos de Investigación | Líneas de investigación | Investigadores | Estudiantes |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------|
| Centro-Oeste | 99 | 213 | 470 | 334 |
| Nordeste | 242 | 500 | 958 | 1336 |
| Norte | 59 | 117 | 233 | 312 |
| Sudeste | 991 | 2279 | 3832 | 11204 |
| Sur | 327 | 735 | 1245 | 2988 |
| TOTAL | 1.718 | 3.844 | 6.738 | 16.174 |

Fuente: Directorio de Grupos de Investigación del CNPq, versión 4. <http://www.cnpq.br>

Por otro lado, en lo que se refiere a empresas de base biotecnológica, no existen datos estadísticos exactos. Se sabe que existe un reducido número de investigadores y técnicos especializados ejerciendo actividades de I+D en esas industrias. Se estima que el 30% de las empresas de base biotecnológica existentes en el país presentan los requisitos fundamentales para desarrollar actividades de I+D. La demanda de profesionales cualificados tiende a crecer a medida que aumenta el número de empresas y con las mejoras en sus programas de gestión estratégica para la competitividad.

Considerando el carácter multidisciplinar de la Biotecnología en función de las diversas aplicaciones en salud, agropecuario y medio ambiente, es preciso estructurar la oferta para atender la demanda diversificada, apoyando la capacitación de los recursos humanos en diversas áreas del conocimiento y niveles de especialización.

Acción 2: Expansión del conocimiento

Con las iniciativas anteriores se espera un crecimiento importante en la capacitación de los investigadores y tecnólogos para la biotecnología en áreas relacionadas. El CNPq (Programa de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico del Ministerio de Ciencia y Tecnología), juntamente con otros programas de apoyo a la investigación implementados por las agencias de fomento federales y del estado, van

contribuyendo al fortalecimiento en todas las áreas de investigación, incluyendo aquellas relacionadas con la biotecnología.

Datos recientes indican que Brasil supone el 1% de la producción científica internacional, medida según los índices de citas. El aumento de producción brasileña en el periodo 1981-1998 fue del 36,5%, muy superior a la media mundial, en torno al 10,4%, siendo superada por pocos países, algunos del Sudeste asiático. En el área de ciencias de la vida, que engloba la mayoría de las subáreas del conocimiento relacionadas con la biotecnología, el volumen de publicaciones brasileñas en revistas indexadas, en el periodo 1981-1996, corresponde a 41.574 artículos, siendo mayor que el total de publicaciones realizadas por los demás países del continente sudamericano en el mismo periodo.

La biotecnología moderna presenta una problemática diferenciada, ya que se fundamenta en conocimientos generados por investigaciones avanzadas, utilizando técnicas de biología molecular e ingeniería genética, exigiendo inversiones elevadas y altos gastos operacionales y de manutención.

Dentro de los recientes avances obtenidos en esta área destacan las investigaciones en genómica y proteómica y sus aplicaciones en salud humana, alimentación, medio ambiente y agricultura. En este aspecto cabe destacar el reconocimiento internacional obtenido por Brasil con el estudio de

Xylella fastidiosa coordinado por el FAPESP, por medio de la red ONSA (Organization of Nucleotide Sequence Analysis). Esta red está integrada por 32 laboratorios de secuenciación genómica y uno de bioinformática, todos del estado de São Paulo. La disponibilidad de la infraestructura, junto con el know-how adquirido, han permitido la secuenciación de genes de otros organismos de interés en el área de la salud y agropecuario.

Otras actividades relacionadas con el tema fueron implementadas por la CNPq, por ejemplo la red de laboratorios nacionales del Programa Genoma Brasileño. El principal objetivo de la red es integrar 25 laboratorios de investigación de diversas regiones del país en un laboratorio de bioinformática, capacitando a varios grupos de investigadores el dominio de la técnica de secuenciación, además de generar significativos avances como las informaciones obtenidas por la secuenciación de la bacteria *Chomobacterium violaceum*.

Las expectativas esperadas es que los resultados contribuyan al desarrollo de nuevos productos con aplicaciones en las áreas de la salud y el medio ambiente.

Relacionadas con las redes genómicas están otras redes regionales implementadas en el segundo semestre del 2001, cuyos estudios tienen por objeto identificar los códigos genéticos de especies de importancia económica, social y regional. Esas redes cuentan con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología MCT/CNPq y de las Fundaciones de Investigación de cada Estado brasileño. Por su parte, el EMBRAPA posee entre sus prioridades la ejecución de proyectos destinados a identificar, secuenciar y caracterizar los genes de interés agropecuario. El país necesita por otro lado consolidar su base de investigación en bioingeniería y estimular la aparición de nuevas empresas para utilizar los recursos de la ingeniería genética al mejoramiento y generación de nuevos productos, procesos y servicios especializados. En este sentido, esta acción tiene como objetivo:

- Expandir la base de investigación, contribuyendo en el avance del conocimiento en áreas de interfaz directa con la biotecnología, tales

como la biología molecular, bioquímica, farmacología o biología celular, entre otras.

- Contribuir en el fortalecimiento de la investigación en áreas de conocimiento o en sectores menos desenvueltos donde exista carencia de estudios biológicos especializados de interés para el aprovechamiento de recursos en biodiversidad.
- Promover la investigación interdisciplinaria que suponga, a corto plazo, la generación de nuevos productos biotecnológicos y servicios especializados.

Por tanto sería apropiado apoyar proyectos destinados a:

- Investigaciones que generen conocimientos aplicables al desarrollo de nuevas técnicas, procesos y productos biotecnológicos.
- Estudios de genoma estructural y funcional de organismos de interés estratégico para la salud, agroindustria y medio ambiente, bien para la utilización de esas informaciones en el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico y en la generación de nuevos productos.
- Investigaciones sobre terapia génica y en su utilización para la reparación de errores genéticos manifestados en forma de dolencias y en el control de procesos degenerativos.
- Producción de vacunas basadas en técnicas de ADN recombinante, alimentos funcionales y fármacos especializados.
- Investigaciones sobre las transformaciones y modificaciones genéticas de organismos de interés para la agricultura, pecuaria, salud humana y animal y medio ambiente, entre otros.

Acción 3: Infraestructura y soporte al desarrollo de la Biotecnología

Para asegurar el desarrollo del sector biotecnológico nacional, es imprescindible la implementación de una acción específica para dar soporte funcional a los diversos sectores, clasificados en baja, intermedia y alta complejidad, y para disponer de los recursos primarios, así como de los instrumentos necesarios para el

desarrollo de la investigación y la industria de base biotecnológica. En este sentido, el Programa adopta las siguientes estrategias:

- Fortalecimiento de la infraestructura nacional de investigaciones y servicios por medio de la creación de centros de referencia en bioinformática y de un laboratorio nacional de biología molecular.
- Fortalecimiento y ampliación de colecciones de cultivos, de microorganismos y de células y tejidos.
- Apoyo a los bancos de germoplasma y a las diversas actividades relacionadas con la bioinformática y la bioseguridad.

| Líneas de Apoyo | Actividades | Sectores Beneficiados |
|---|--|--|
| Colecciones de microorganismos, Células y Tejidos | Conservación, caracterización, mantenimiento in situ de microorganismos y células/tejidos de interés para la investigación científica e industrial, con aplicación en diversos sectores. | Salud, agropecuario, medio ambiente, sector industrial a ejemplo de la industria de los alimentos y farmacéutica, institutos de enseñanza e investigación. |
| Bancos de Germoplasma y Conservación <i>on farm</i> de Plantas y centros de crianza de animales – razas criollas. | Conservación, caracterización y mantenimiento <i>ex situ</i> de material genético. Apoyo a estudios de mapeado de incidencia de parientes silvestres de las principales especies agronómicas y medicinales de uso actual o potencial con énfasis en aquellas que tengan en Brasil el centro de origen o de diversificación. | Salud, agropecuario, medio ambiente, sector industrial a ejemplo de la industria de los alimentos y farmacéutica, institutos de enseñanza e investigación. |
| Laboratorios Nacionales | Fortalecimiento de las infraestructuras nacionales de investigación y servicios, con un especial apoyo a la creación y fortalecimiento de Centros de Excelencia en Bioinformática y de un Laboratorio Nacional de Biología Molecular Estructural. | Institutos de enseñanza e investigación, incubadoras de empresas, bioindustrias dentro de otras. |
| Bioinformática | Organización de redes interactivas de investigación e innovación biotecnológica y de directorios que contengan datos sobre bancos de genes de especies secuenciadas, desarrollo de servicios y de software. | Institutos de enseñanza e investigación, incubadoras de empresas, bioindustrias dentro de otras. |
| Bioseguridad | Apoyo a la creación de Recursos Humanos. Apoyo a la certificación y acreditación de laboratorios nacionales para la realización de tests de seguridad alimentaria de OGMs, incluyendo la implantación de las Buenas Prácticas de Laboratorio. Realización de estudios específicos en Bioseguridad. Apoyo al funcionamiento y las actividades de la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CNTBio). | Profesionales, Investigadores, sociedad en general e Instituciones de enseñanza e investigación. |

Fuente: Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos. MCT. Febrero 2002

Colecciones de Cultivos de Microorganismos y de Células y Tejidos

En Brasil, la propuesta de la creación de una Red de Colecciones de Cultivos a comienzos de la década de los 70, a mediados de los 80 fue elaborado el primer catálogo de Colecciones de Cultivos con datos disponibles *on-line* por medio del servicio STM 400. En 1990 fue lanzado *on line* el Catálogo Nacional de Ancestros. Sin embargo no ha sido convenientemente actualizado.

Esta línea de acción tiene por objeto promover la implementación de actividades destinadas a mejorar las condiciones de preservación y manutención, identificación y distribución de material biológico y genético con fines de servicio a la investigación, proponiéndose:

- Inducir la creación y consolidación de una Red de Colecciones.
- Consolidar una red de Centros de Referencia.
- Apoyar, de forma complementaria, el depósito de material biológico con fines de patentes.
- Desarrollar e implementar un sistema integral de informaciones *on line*.
- Apoyar proyectos de I+D con objetivos dirigidos.

Bancos de Germoplasma

Esta línea de acción apoyará el fortalecimiento y la expansión de centros especializados en conservación *ex situ* de germoplasma vegetal, animal y de microorganismos, implicando la caracterización y evaluación de germoplasma, con el objeto de aumentar la oferta de recursos genéticos destinados a la investigación científica y tecnológica.

En Brasil existen unos 235 bancos de germoplasma en los que se conservan más de 250.000 especies de plantas, animales y microorganismos. La mayor parte de este material genético es de interés para la biotecnología y viene siendo utilizado para fines económicos de mejora clásica, y tendrá su potencial aumentado con la aplicación de nuevas técnicas biotecnológicas.

El enriquecimiento de la variabilidad genética disponible para investigaciones de especies de importancia socioeconómica, por medio de la recogida, caracterización e intercambio constituye unos de los temas que serán apoyados en el ámbito de esta línea de acción.

Por otro lado, la conservación aplicada de los recursos microbianos, animales y filogenéticos también será apoyada por actividades destinadas a la implantación de la conservación en granjas, lo que favorece la conservación de la variabilidad. Puede ser una estrategia importante de mantenimiento de la capacidad adaptativa de los parientes silvestres de las plantas salvajes.

El progreso de la biotecnología y la introducción de técnicas de mapeo genómico cada vez más rápidas impulsan la creación de bancos de especies.

Estas actividades son desarrolladas por la EMBRAPA, las universidades, los organismos agrícolas y con las demás entidades que poseen bancos de germoplasma, colecciones de cultivos y conservación, implicando la caracterización y la disponibilidad de germoplasma, así como el uso de técnicas moleculares para mejorar la utilización de los recursos genéticos.

Laboratorios Nacionales

El MCT está implementando acciones para consolidar la creación de Centros de Excelencia en Bioinformática en el país, previendo la creación y el fortalecimiento de Laboratorios de Referencia en Bioinformática.

Uno de ellos está situado en el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC) en Petrópolis, desarrollando investigaciones y actuando como Laboratorio de Bioinformática de la Red Genoma Brasileña.

Otra acción específica está relacionada con la implantación y fortalecimiento de un laboratorio nacional de biología molecular estructural. Se ha creado un Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón – Asociación Brasileña de Tecnología de Luz Sincrotrón en Campinas, Sao Paulo.

Esos laboratorios deberán funcionar como centros de irradiación de conocimientos, realizando investigaciones y dando soporte logístico a estudios destinados a desvelar el código genético, a utilizar herramientas de biología molecular estructural, expresión y análisis de proteínas, desarrollando algoritmos y programas informáticos de análisis, simulaciones de nuevas estrategias para abordar la fase postgenómica. También deberán prestar servicios a laboratorios, universidades y empresas en sus áreas de competencia.

Bioinformática

Las investigaciones genómicas, en especial aquellas relacionadas con el análisis estructural de genes, se ha desarrollado en los últimos años debido al desarrollo de la tecnología de secuenciación automática de ADN, la miniaturización y análisis por paralelismo, junto con los métodos de screening genómicos y la construcción de bibliotecas de genes.

Brasil viene destacando en los últimos años en esas investigaciones, ganándose el reconocimiento de la comunidad científica internacional debido al *know how* adquirido en esta área.

La organización de redes de investigación genómica, con el apoyo y soporte de la bioinformática, contribuye a optimizar los resultados, posibilitando la retroalimentación continua de informaciones entre los actores envueltos en los diversos estudios, tanto en investigación fundamental como tecnológica.

En esta línea de acción se busca difundir y modernizar el uso de la tecnología de la información en biología de forma prioritaria, una vez que la bioinformática permite lidiar con la complejidad de las informaciones biológicas para obtener resultados organizados y sistematizados. Para ello, deberán ser utilizadas un conjunto de herramientas, en asociación con la red de los CENAPADs – Centro Nacional de Alto Desempenho. Las principales iniciativas serán:

- Apoyo al desarrollo de nuevos conocimientos en bioinformática computacional.

- Fortalecimiento y consolidación de grupos existentes en bioinformática.
- Apoyo al desarrollo de software destinado a las investigaciones de genomas, proteomas y metabolomas.
- Desarrollo de servicios especializados.
- Fomento a la creación y expansión de empresa de bioinformática.

Bioseguridad

Dentro del Programa Nacional de Biotecnología y Recursos Genéticos se contempla la existencia de una Ley que disponga sobre la seguridad de los organismos genéticamente modificados con el objeto de eliminar los riesgos para la salud humana y animal, así como los daños en el medio ambiente.

La implementación de la legislación de bioseguridad pasa a ser un condición fundamental para el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo. Se hace necesario divulgar una larga cantidad de informaciones sobre bioseguridad y ampliar las bases para el mejor entendimiento de la legislación y de su aplicación.

En este sentido, las actividades relacionadas con esta acción serán implementadas con la acción directa de la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio):

- Apoyar la realización de cursos y estudios de corta y larga duración para difundir los conocimientos sobre bioseguridad, entre los investigadores y profesionales ligados al área científica y tecnológica, así como a la sociedad en general.
- Apoyar la certificación de laboratorios nacionales para la realización de pruebas de seguridad alimentaria de OGMs, incluyendo la implantación de buenas prácticas de laboratorio.
- Apoyar la realización de investigaciones y estudios científicos en bioseguridad y análisis de riesgo.
- Estimular la creación de espacios apropiado para la discusión sobre cuestiones relacionadas con bioética.
- Apoyar estudios y actividades que contribuyan a la política nacional de bioseguridad.

- Apoyar a CTNBio en el desarrollo de sus funciones.

La Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio)

Creada en 1995 está vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología. Está formada por 36 miembros, siendo 16 especialistas de reconocido prestigio científico de las áreas humana, animal, vegetal y ambiental; representantes ministeriales sectoriales (del Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente, Recursos Hídricos y Amazonia Legal, Ministerio de Educación, Ministerio de Relaciones Exteriores); representantes de organismos de defensa del consumidor, de protección de la salud del trabajador; representantes del sector empresarial de Biotecnología.

Al CTNBio le compete proponer una Política Nacional de Bioseguridad, establecer normas y regulaciones relativas a actividades y proyectos que contemplen la construcción, cultivo, manipulación, uso, transporte, almacenamiento, comercialización, consumo, liberación y rechazo relacionados con los OGM.

También tiene las siguientes competencias:

- Proponer un código de Ética de Manipulaciones Genéticas
- Establecer los mecanismos de funcionamiento de Comisiones Internas de Bioseguridad (CIBios), en el ámbito de las instituciones dedicadas a la educación, investigación, desarrollo y utilización de técnicas de ingeniería genética.
- Emitir Certificados de Calidad en Bioseguridad (CQB).
- Emitir informes técnicos sobre la liberación de OGM al medio ambiente, registro, uso, transporte, almacenamiento, comercialización, consumo, liberación y rechazo de productos conteniendo OGM o sus derivados.

Cuando sea necesario, el CTNBio realizará estudios sobre riesgos potenciales inherentes a la Biotecnología, tanto los relacionados con el consumo de alimentos derivados de organismos genéticamente modificados

como los posibles riesgos que representan al medio ambiente, así como cualquier tema prioritario para la toma de decisiones. También deberán apoyar la formación de recursos humanos.

Acción 4: Proyectos con potencial innovador y estímulo a la formación de empresas de base biotecnológica y de transferencia de tecnologías a empresas consolidadas

El objetivo principal de esta acción es acelerar la expansión de la base biotecnológica del país por medio del fortalecimiento de las investigaciones en tecnologías avanzadas, creación de nuevas empresas de pequeño y mediano tamaño y el fortalecimiento de las empresas ya existentes, proporcionándoles soporte técnico-científico, recursos y un ambiente favorable en las fases iniciales de organización, producción y preparación para el mercado.

Otra meta es el desarrollo de una política más efectiva, haciendo parecer a la biotecnología brasileña más atractiva a los centros de investigación y empresas internacionales con el objeto de desarrollar programas de investigación y desarrollo más ambiciosos y capaces de estimular la propia innovación brasileña.

Según la Asociación Nacional de Entidades Promotoras de Empresas de Tecnologías Avanzadas (ANPROTEC), en el año 2001 existían en Brasil cuatro parques científico-tecnológicos y 150 incubadoras de empresas, la mayoría vinculada a las universidades, en las que se están incubando aproximadamente 1.400 empresas de pequeño y mediano tamaño, con perfiles que actúan en varios sectores industriales y comerciales, incluyendo la biotecnología. La suma de la facturación media de las empresas fue de cerca de R\$ 500 mil. De esas incubadoras, cuatro estaban volcadas íntegramente en Biotecnología, alojando empresas de pequeño tamaño en diferentes estadios de desarrollo.

Según un estudio realizado por la Fundación BIOMINAS durante el año 2001, el parque nacional de empresas de biotecnología estaba creciendo de modo significativo, suponiendo un

número cercano a las 304 empresas. El 90% de las mismas desarrollaban una importante actividad de I+D en relación con universidades.

De esa manera, debido a la necesidad de acelerar el proceso de expansión de la base biotecnológica del país en sintonía con los principios de sostenibilidad, deberán desarrollarse actividades destinadas a apoyar:

- Proyectos con potencial innovador en biotecnología que en el corto-medio plazo contemplen la generación de servicios especializados y procesos o productos más competitivos.
- Identificación y búsqueda de proyectos ya apoyados en el ámbito de otros programas, a fin de que sean identificadas investigaciones con potencial innovador y que necesiten apoyo para completar la cadena de innovación.
- Proyectos identificados como exitosos, con vistas a la incubación de nuevas empresas de base biotecnológica, considerando todas las etapas del proceso, desde la fase de investigación, escalado, producción y hasta la comercialización del producto final.
- Iniciativas destinadas a permitir la implantación y estructuración de nuevas empresas de base biotecnológica, en polos y parques tecnológicos, en asentamientos agroindustriales o instalados de forma aislada.

Deberán ser apoyadas también las alianzas con empresas ya consolidadas, con el objetivo de fortalecer la cooperación tecnológica entre los centros de investigación y las empresas, intensificar la inversión en I+D del sector privado y dinamizar los procesos de transferencia de tecnología.

Las expectativas de esta acción son que viabilice la generación de nuevas empresas de base biotecnológica que actúan en varios sectores de la biotecnología, así como la construcción de proyectos cooperativos entre centros de investigación y empresas, mediante el establecimiento de consorcios entre empresas, con el objetivo de financiar investigaciones y actividades destinadas a la generación de la transferencias de conocimientos.

Acción 5: Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad

El uso sostenible de la biodiversidad es una de las mayores preocupaciones de la sociedad moderna, que siendo consciente de la importancia estratégica de la conservación de la biodiversidad, ha exigido a sus gobiernos posturas coherentes para la protección ambiental y para el uso de esa riqueza, movilizándolo a todos los agentes sociales.

Los impactos provocados por el desarrollo tecnológico e industrial, la expansión de fronteras agrícolas, el uso de irracional de pesticidas, la devastación de los bosques, el aumento de especies en peligro de extinción, las denuncias de biopiratería y los riesgos inherentes con la transgénesis, entre otros, pasan a desencadenar los temas de debate entre los países y ONGs, influyendo en el proceso decisorio la búsqueda de dispositivos y mecanismos para evitar el desequilibrio ecológico.

Una parte significativa de la sociedad considera que la biotecnología utilizada con buen criterio como instrumento de promoción del desarrollo sostenible, contribuirá a la solución de problemas que ahora representan riesgos potenciales para la sociedad y el medio ambiente. La biotecnología podrá promover el aumento de la productividad agrícola, generar nuevas técnicas de control biológico, mejorar el aspecto nutritivo de los alimentos y posibilitar avances en el sector de la salud.

La biotecnología podría utilizar la enorme biodiversidad presente en Brasil con fines industriales diversos, ampliando la capacidad productiva con mayor absorción de mano de obra cualificada.

La exploración racional de la inmensa diversidad vegetal ofrece oportunidades en la obtención de nuevos productos farmacéuticos y alimenticios.

El gobierno brasileño ha implementado normativas que disponen sobre las condiciones del acceso al patrimonio genético brasileño. La asociación entre el acceso a la biodiversidad y la transferencia y desarrollo conjunto de tecnologías será la base del

fortalecimiento del intercambio entre instituciones brasileñas e instituciones extranjeras y la interacción entre los sectores público y privado.

Serán apoyadas investigaciones para las siguientes líneas de actuación:

- Bioprospección de la fauna y la flora para identificar especies y organismos de interés industrial.
- Investigaciones para la exploración sostenible de la biodiversidad con el objetivo de obtener productos de aplicaciones diversas, tales como fitoterápicos, aceites esenciales y otros productos.
- Investigaciones en microbiología buscando encontrar nuevos microorganismos que puedan ser usados en diferentes aplicaciones, como biolixiviación, biorremediación y productos antibióticos.
- Domesticación de plantas y animales nativos con potencial de aplicación industrial.
- Investigaciones destinadas a la producción de cultivos más resistentes a plagas, buscando reducir la utilización de pesticidas e incrementar la productividad.
- Investigaciones destinadas a la producción de cultivos que respondan mejor a estreses abióticos (sequía, inundación, salinidad, altas temperaturas, heladas, insolación, alto contenido de aluminio, bajo contenido de nitrógeno) con vistas al aumento de productividad y calidad nutricional.
- Proyectos destinados a innovar y/o optimizar las cadenas productivas que supongan la generación de nuevos productos, agregar valor o disminuir pérdidas.

Acción 6: Cooperación internacional

La cooperación internacional puede contribuir a transformar a la biotecnología brasileña en más competitiva. Brasil viene manteniendo una intensa cooperación con países desarrollados, principalmente en el área de la ciencia básica, utilizando como instrumento el intercambio científico entre investigadores de instituciones brasileñas y extranjeras en el desarrollo de proyectos cooperativos de

investigación. Programas de postgrado en el exterior, tanto a nivel de doctorado pleno como parcial, postdoctorado, bolsas para especialistas visitantes y estancias en el exterior, todo ello ha contribuido de manera expresa para fortalecer este tipo de cooperación.

Los conocimientos adquiridos, principalmente en áreas de la inmunología, microbiología, farmacología, bioquímica y biología molecular también han permitido el desarrollo y adaptación de varias técnicas con aplicaciones biotecnológicas diversas, tales como: marcadores moleculares, secuenciación de ADN y proteínas, ADN recombinante, transgenia, análisis conformacional de proteínas y modelaje molecular.

Ejemplos destacados son el CBAB (Centro Brasileño-Argentino de Biotecnología), que lleva operando más de 14 años, promoviendo numerosos cursos de corta duración y el desarrollo de proyectos conjuntos.

La cooperación con Alemania, por medio de programas específicos como el GBF-Biotecnología, y recientemente, con el BMBF. La cooperación con Francia, por medio de la cooperación con el INSERM en el sector salud y el CYRAD en el área de la agricultura. La cooperación del LABEX/EMBRAPA que viene colaborando estrechamente con el ARS/USDA de EE.UU. También conviene destacar la cooperación entre el Programa Genoma Estructural y el programa de ámbito mundial Genoma Humano.

Otras actividades de cooperación en biotecnología relacionadas con Programas Multilaterales, son los proyectos con la OEA, OMS, Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (ICGEB), Secretariado de la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Unión Europea, entre otras instituciones y programas internacionales.

En esta acción serán apoyadas actividades destinadas a:

- Fortalecer y expandir la cooperación internacional en biotecnología.
- Apoyar la formación de recursos humanos para actuar en el área de la negociación internacional, contratos

- de bioprospección y de transferencia de tecnología y propiedad intelectual.
- Utilizar la cooperación internacional como instrumento para volver más eficiente la gestión en biotecnología.
- Adaptar la realidad brasileña a modelos organizacionales y experiencias exitosas en el campo empresarial, de modo que se pueda aprovechar la experiencia existente en algunos países en la formación de bioempresas de pequeño y mediano tamaño y en la organización de redes interactivas y parques biotecnológicos.
- Apoyar la realización de misiones, encuentros internacionales, sesiones de trabajo, intercambios, estancias y proyectos conjuntos.

Acción 7: Prospección, seguimiento de estudios en Biotecnología

Los estudios prospectivos constituyen mecanismos eficaces para el análisis de las tendencias, posibilitando prever la aparición de nuevas tecnologías de investigación y producción, bien con sus descubrimientos en términos de impactos metodológicos y de los riesgos inherentes.

El programa de Biotecnología y Recursos Genéticos desarrolló, desde el primer momento, una serie de estudios con el objetivo de evaluar el estado del arte en Biotecnología en Brasil, en relación con la formación de recursos humanos, infraestructura, comercialización de productos biotecnológicos, incluyendo tecnologías, empresas y resultados obtenidos por medio de la cooperación internacional.

Es necesario el mantenimiento de equipos que efectúen constantemente la prospección y el análisis de las tendencias internacionales en términos de investigación y aplicaciones industriales, así como las cuestiones relacionadas con la percepción pública en biotecnología.

Serán apoyadas las actividades destinadas a:

- Apoyar la realización de estudios de prospectiva con el objeto de analizar tendencias de sectores específicos en Biotecnología en lo que se refiere a la

aparición de tecnologías innovadoras, así como las expectativas de cambios en los segmentos industrial y de mercado.

- Fomentar investigaciones destinadas al análisis de mercado de productos biotecnológicos con el objetivo de identificar tendencias en la aparición de nuevos segmentos de mercado.
- Desarrollar mecanismos destinados al seguimiento y evaluación de actividades del Programa.
- Estimular la creación de espacios apropiados de discusión sobre cuestiones relacionadas con la ética en la utilización de la biotecnología, teniendo en consideración los impactos sobre las diferentes culturas, y el modo de acompañar los avances científicos y tecnológicos en los debates culturales y éticos.

Mecanismos de implantación del Programa

El Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos desarrollará acciones en todas las regiones del país, buscando la participación de varios segmentos de la sociedad, tales como institutos de investigación, universidades, empresas, asociaciones y sociedades científicas, y las Fundaciones de Apoyo a la Investigación (FAPs).

Dada su característica multidisciplinar y de impacto en los diferentes sectores industriales, el Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos posee interfaces con otros programas existentes en el Plano Plurianual del Gobierno Federal (PPA), algunos bajo la coordinación y ejecución directa del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) y de sus agencias y otros bajo la coordinación y responsabilidad de otros ministerios. Algunos de estos programas son:

- Capacitación de Recursos Humanos para la investigación–MCT
- Tecnología Industrial Básica–MCT
- Expansión y Consolidación del Conocimiento Científico y Tecnológico –MCT
- Fomento a la investigación en Salud–MCT
- Sociedad de la Información–MCT

- Ciencia y Tecnología para Gestión de Ecosistemas-MCT
- Sistemas Locales de Innovación-MCT
- Investigación y Desarrollo en Salud-MCT
- Ciencia y Tecnología para el Agronegocio-MCT
- Biodiversidad y Recursos Genéticos (BIOVIDA)-Ministerio de Medio Ambiente (MMA).
- PROBEM de Amazonía-MMA

En este ámbito de acciones interactivas y multidisciplinarias, el Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos del PPA, en colaboración con CNPq/MCT, FINEP/MCT, EMBRAPA Y FIOCRUZ, se propone contribuir a la construcción de una sociedad basada en el desarrollo sostenible, debidamente organizada y estructurada científica y tecnológicamente para enfrentar los desafíos impuestos por la globalización.

Entre los mecanismos de implementación de las actividades está previsto el apoyo directo a temas y

asuntos de interés prioritarios, con especial atención a los proyectos de interés nacional relacionados con áreas y temas previamente identificados, bolsas de diversas modalidades, apoyos individuales a la investigación y demás mecanismos de aplicación.

La ejecución está a cargo del MCT y de sus agencias, CNPq y FINEP. Considerando la complejidad de las acciones e interfaces, todas las colaboraciones serán incentivadas por otros ministerios e instituciones del ámbito federal, como son los Ministerios de Agricultura, Salud, Medio Ambiente, Educación, Desarrollo Industrial, Justicia y Relaciones Exteriores, y sus respectivas instituciones como EMBRAPA, FIOCRUZ, IBAMA, INPI, INMETRO, CAPES, entre otras.

También serán vitales las colaboraciones con los diferentes Estados y sus Fundaciones de Apoyo a la Investigación, con las empresas y Polos tecnológicos, con las Asociaciones Profesionales y demás instituciones con intereses en el ámbito de la biotecnología.

5. Financiación Pública en Biotecnología

• **Fondos Sectoriales de Ciencia y Tecnología**

Los fondos de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico son uno de los principales mecanismos de financiación de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación. La Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP) es la agencia vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) responsable de la coordinación y gestión de esos fondos, con directrices y ordenamientos orientados por Comités Gestores, los cuáles implican a representantes de los sectores productivo, académico y gubernamental.

Existen 14 Fondos Sectoriales. La propuesta principal de esos fondos es garantizar la estabilidad de recursos para el área de Ciencia y Tecnología del país, y crear un nuevo modelo de gestión con la participación de varios segmentos de la sociedad, promoviendo una mayor integración entre las universidades, centros de investigación y el sector productivo.

• **Fondo Sectorial en Biotecnología**

En el año 2001 fue constituido por el Gobierno Federal, por medio de la Ley nº 10.332 de 19 de diciembre, el **Fondo Sectorial de Biotecnología** – CT. Biotecnología, con el objetivo de incentivar el desarrollo científico y tecnológico brasileño, por medio de financiación de actividades de investigación y desarrollo de interés en el área de la biotecnología y los recursos genéticos.

Reglamentado por el Decreto nº 4.154 de 07/03/2002, el Fondo tiene como fuente de financiación una parcela de 7,5% de la **Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE)**, instituida por la Ley nº 10.168 de 29/12/2000.

El Fondo sectorial debe sugerir estrategias y directrices que conduzcan al fortalecimiento del Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos- GENOMA, del MCT que fue instituido en el Plan Plurianual del Gobierno Federal (PPA), como programa prioritario, en el año 2000. Tiene como objetivo la ampliación de las competencias en biotecnología, por medio de

colaboraciones entre instituciones de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico, y la creación de redes integradas de investigación con una significativa participación del sector empresarial.

El Fondo busca estimular y fortalecer las interacciones entre instituciones de investigación y del segmento productivo nacional. Esto, junto con los incentivos a empresas para promover la implantación de actividades de I+D+i, contribuirá a promover la transformación del conocimiento en productos de mayor valor añadido y consecuentemente la ampliación de la base de innovación.

• **Fondo Verde-Amarelo (FVA- Universidad-Empresa)**

El FVA tiene como finalidad contribuir a la creación de un ambiente favorable a la formación para la innovación tecnológica, teniendo como objetivo el aumento de competitividad del sector productivo e incentivando y comprometiendo a empresas e instituciones de investigación con el proceso de innovación.

La intención del FVA es también estimular la cooperación entre los centros de investigación, instituciones de educación superior y empresas en el desarrollo de nuevas tecnologías, productos, procesos y servicios, entre otros.

• **CT-Agronegocio – Fondo Sectorial de Agronegocio**

El objetivo de este fondo es la cualificación científica y tecnológica en áreas de agronomía, veterinaria, biotecnología, economía y sociología agrícola, actualización tecnológica de la industria agropecuaria, estímulo a la ampliación de inversiones en el área de la biotecnología agrícola tropical y difusión de nuevas tecnologías.

El 17,5% de los recursos de CT-Agronegocio procede de la Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE).

• **CT-Salud– Fondo Sectorial de Salud**

Este fondo busca la cualificación tecnológica en áreas de interés de la Salud Pública, Fármacos y biotecnología, así como el estímulo de aumento de inversiones privadas en I+D, actualización tecnológica de la industria brasileña de equipamientos médico-hospitalarios y la difusión de nuevas tecnologías que amplíen el acceso de la población a los bienes y servicios de salud.

La fuente de financiación de este fondo es el 17,5% de la Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE).

• **Programa Nacional de Apoyo a la Incubación de Empresas (PNI)**

El Ministerio de Ciencia y Tecnología, atento a los importantes resultados que la incubación de empresas puede suponer en términos de innovaciones tecnológicas, creó el Programa Nacional de Apoyo a Incubadoras de Empresas (PNI) para congrega, articular, mejorar y divulgar la mayoría de los esfuerzos institucionales y financieros de apoyo al sector, con el objeto de ampliar y optimizar la mayor parte de los recursos

que deberían ser canalizados para generar y consolidar un mayor número de micro y pequeñas empresas en incubación.

Participan en el PNI:

- El Ministerio de Ciencia y Tecnología, por medio de la Secretaría de Desarrollo Tecnológico (SETEC) y las agencias de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) y Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).
- El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo – MICT, por medio de la Secretaría de Política Industrial (SPI) y la Secretaría de Tecnología Industrial (STI).
- Banco Nordeste.
- Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE).
- Asociación Nacional de Entidades Promotoras de Emprendimientos Innovadores (ANPROTEC).
- Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI).
- Instituto Euvaldo Lodi (IEL).

6. Organismos de Apoyo a la Biotecnología

• Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT)

El MCT es el organismo público que brinda mayor apoyo al desarrollo de la biotecnología en el país. En este sentido cabe destacar el Plan Plurianual (PPA) del MCT. El PPA comporta una agenda de compromisos permanente y un conjunto de Programas de apoyo al desarrollo de nuevas tecnologías. El PPA

está formado por 22 programas. Cuatro de esos programas están considerados como Programas estructurales. El Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos - Genoma es uno de ellos, debido a su alto carácter estratégico en movilizar diferentes agentes y estimular cooperaciones, posibilitando de esa forma identificar diversas fuentes de recursos.

PARTICIPACIÓN DE LOS PROGRAMAS QUE FORMAN PARTE DEL PPA/MCT

| Programas que forman parte del PPA/MCT | 2000 | 2001 | 2002* | 2003* |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Innovación para la Competitividad | 7,1% | 6,0% | 9,5% | 11,4% |
| Sociedad de la Información e Internet II | 4,7% | 4,5% | 7,5% | 9,2% |
| Biotecnología - Genoma | 1,7% | 1,3% | 4,2% | 5,8% |
| Climatología, Meteorología e Hidrología | 2,0% | 2,6% | 4,5% | 5,5% |
| Total de los Programas participantes | 15,5% | 14,4% | 25,6% | 31,8% |
| Demás Programas | 84,5% | 85,6% | 74,4% | 68,2% |
| Total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

*Estimación

Fuente: MCT, Secretaría Ejecutiva (2001:27)

• Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos

El Programa Biotecnología y Recursos Genéticos - Genoma, "tiene como objetivo conservar recursos genéticos y desarrollar productos y procesos biotecnológicos relevantes para la producción industrial, agropecuaria y de salud humana". Las principales acciones son:

- Caracterización, evaluación, enriquecimiento y conservación de los recursos genéticos".
- Bancos de germoplasma y colecciones de cultivo.
- Fomento de centros de investigación y proyectos de biotecnología.

- Fomento a la investigación y desarrollo para la conservación y el uso sostenible de biodiversidad.
- Directrices para Ciencia y Tecnología en bioseguridad y OGMs.
- Patentamiento de productos procedentes de recursos genéticos.

Los principales avances en el 2000 fueron la implementación de la Red Genoma de ámbito nacional, constituida por 26 laboratorios de secuenciación de *Chromobacterium violaceum* y de tres proyectos de apoyo a los Colecciones de Cultivos Microbianos y Células Humanas.

Las actividades de secuenciamiento inducidas por el Programa son realizadas con el objetivo de estructurar las redes y sus respectivas

competencias. Pretende crear competencias en áreas tales como la bioinformática, genética o fisiología entre otras, de tal forma que el país pueda aprovechar sus éxitos científicos recientes y se coloque en un lugar privilegiado en la atracción de inversiones en esa área. Otro objetivo es dar soporte al sector privado mediante la atracción de inversiones internacionales a través del apoyo a la bioindustria naciente, así como pretende articular el sector privado con los temas de biotecnología.

• **Fondos Sectoriales – Fondo Sectorial en Biotecnología**

El MCT ha creado los Fondos sectoriales como un nuevo modelo de gestión de programas de desarrollo científico y tecnológico. Uno de los Fondos está especialmente dedicado a la Biotecnología.

Su objetivo es promover la formación y capacitación de recursos humanos, fortalecer la infraestructura nacional de investigación y servicios de apoyo, expandir la base de conocimiento en esa área, estimular la formación de empresas de base biotecnológica y la transferencia de tecnologías para empresas consolidadas, realizar estudios de prospección y seguimiento del avance del conocimiento en el sector.

Los ejecutores de este Fondo es la Financiadora de Estudios y Proyectos – FINEP y el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq).

El origen de los recursos es el 7,5% de la Contribución de Intervención de Dominio Económico–CIDE.

• **Programa de Apoyo al Desarrollo Científico y Tecnológico (PADCT)**

Busca ampliar la formación tecnológica del sector productivo y fortalecer la competencia científica y tecnológica del sector productivo en áreas estratégicas, por medio del estímulo a la colaboración entre el sector privado y gubernamental, financiación a las actividades de I+D y mejora de la gestión de I+D.

• **Programa de Formación de Recursos Humanos para Actividades Estratégicas (RHAÉ)**

Apoya de forma institucional e interinstitucional proyectos para la formación de recursos humanos que estén vinculados a líneas de investigación tecnológica, al desarrollo de procesos productivos y de servicios tecnológicos y de gestión, enfatizando la colaboración entre empresas, universidades e institutos de investigación.

• **Programa ProspeCTar**

El Programa ProspeCTar (Desenvolvimento das Atividades de Prospecção em Ciência e Tecnologia) tiene como principal objetivo desarrollar trabajos prospectivos que indiquen como organizar el escenario de Ciencia y Tecnología actual para alcanzar de la mejor forma posible las metas propuestas.

• **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**

Es una Fundación vinculada al MCT, para el apoyo a la investigación brasileña. Contribuye a la formación de investigadores (másters, doctores y especialistas en varias áreas del conocimiento) y es una de las mayores y más sólidas estructuras públicas de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación.

Las inversiones realizadas por el CNPq son destinadas a la formación y absorción de recursos humanos y financiación de proyectos de investigación que contribuyen a la producción de conocimiento y generación de nuevas oportunidades de crecimiento para el país.

• **Proyecto Genoma Brasileño / Redes Regionales de Estudios Genómicos**

El MCT y el CNPq lanzaron en diciembre del 2000 el Proyecto Genoma brasileño con la participación de 25 laboratorios de biología molecular, distribuidos en todas las regiones geográficas del país, y bajo la coordinación del Dr. Andrew J. G. Simpson.

El proyecto tiene como objetivo ampliar la competencia, en el ámbito nacional, de las actividades de investigación, con apoyo financiero para infraestructura de

laboratorios, formación de recursos humanos y desarrollo de proyectos internacionales. Para el análisis de la secuencia de nucleótidos y proteínas, el proyecto cuenta con el apoyo del Laboratorio de Bioinformática (LABINFO) del Laboratorio Nacional de Computación Científica del MCT (LNCC/MCT).

El consorcio ya secuenció y patentó el genoma de la bacteria *Chromobacterium violaceum*, microorganismo de interés por las características interesantes en las áreas ambiental, industrial y de salud humana. Actualmente están trabajando en la secuenciación del genoma de otros organismos.

El MCT, por medio del CNPq, apoya la implantación de **redes regionales** para realizar estudios de genomas de organismos de interés social, económico y regional. La creación de estas redes posibilita la incorporación de grupos con un gran potencial en núcleos de excelencia reconocida en el país, estimulando la práctica de la investigación en equipos y ampliando oportunidades de formación en recursos humanos, así como ofrecer subvenciones para el perfeccionamiento de la producción agropecuaria y la solución de problemas en salud y medio ambiente. Actualmente están organizadas 9 redes de investigación, localizadas en las siguientes regiones:

- Red del Centro-Oeste
- Red Genoma del Estado de Minas Gerais
- Red Genoma del Nordeste - ProGeNe
- Programa de Implantación del Instituto de Biología Molecular de Paraná
- Programa Genoma del Estado do Paraná - GenoPar
- Programa de Implantación de la Red Genoma del Estado de Río de Janeiro - RioGene
- Ampliación de la Red de Genómica del Estado da Bahia
- Red de Amazonía Legal de Investigaciones Genómicas - REALGENE
- Programa de Investigación de Genomas Sul - PIGS

• **Fundación de apoyo a la investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP)**

Es una de las principales agencias de fomento de la investigación científica y tecnológica del país. Está ligada a la Secretaría de Ciencia, Tecnología, Desarrollo Económico y Turismo.

Desde 1962, con autonomía garantizada por ley, el FAPESP concede ayudas a la investigación y fondos en todas las áreas de conocimiento y financia otras actividades de apoyo a la investigación, intercambio y divulgación en ciencia y tecnología en Sao Paulo.

Posee varios programas de interés en Biotecnología:

- **Programa Genoma** - En mayo de 1997 el FAPESP creó la **red ONSA** (Organización para la Secuenciación y Análisis de Nucleótidos), Instituto virtual de genómica constituido en su origen por 30 laboratorios ligados a instituciones de investigación del estado de Sao Paulo. En colaboración con el Fondo de Defensa de la Citricultura (Fundecitrus) desarrollaron el primer proyecto brasileño de desciframiento del genoma de un ser vivo: la bacteria *Xylella fastidiosa*, causante de la CVC, una enfermedad de los cítricos. El proyecto se concluyó en 1999 y Brasil entró en la historia por el primer secuenciamiento de un fitopatógeno.

Posteriormente se han desarrollado programas de secuenciación en caña de azúcar, cáncer, genoma de *Xanthomonas*, eucalipto, *Schistosoma mansoni* y *Leifsonia xyli*.

- **Programa BIOTA** - Lanzado en marzo de 1999, el objetivo es mapear y analizar la biodiversidad del estado de Sao Paulo, incluyendo la fauna, la flora y los microorganismos. Está organizado de manera similar al Programa Genoma-FAPESP. Se desenvuelve a través de una red virtual de más de 500 investigadores paulistas participando en 50 proyectos de investigación.

- **Red de Biología Molecular Estructural (SMOLBnet)** – Creada en diciembre de 2000, es una colaboración de FAPESP con el Laboratorio Nacional de Luz Sincrotrón, ligado al MCT.

Su función es realizar el estudio de las estructuras tridimensionales y las funciones de cerca de 200 proteínas.

Analiza los genes mapeados en los proyectos Genoma Humano de Cáncer, Caña, *Xylella* y *Xanthomonas citri*, y en estudios de estructuras de proteínas ligados a otros problemas de salud.

Actualmente Brasil participa en cerca del 0,25% del total mundial de proteínas analizadas.

- **PIPE** – Programa de Innovación Tecnológica – Apoyo al desarrollo de investigaciones innovadoras sobre problemas importantes en ciencia y tecnología en pequeñas empresas.
- **PITE** – Programa de Innovación Tecnológica en el sector productivo, desarrollado en colaboración con instituciones de investigación y desarrollo del Estado de Sao Paulo y empresas localizadas en Brasil y en el exterior.

• **Fundacion Biominas**

Es una institución privada sin ánimo de lucro creada en 1990 dedicada al desarrollo del sector biotecnológico en Brasil.

Actúa en la generación y desarrollo de nuevos negocios y en el apoyo al sector biotecnológico. Estas acciones han contribuido a la creación, en los últimos años, de más de 30 empresas biotecnológicas en Minas Gerais y al reconocimiento del Estado como un importante polo de biotecnología.

Cuenta con importantes colaboradores en instituciones públicas y privadas en muchos programas y proyectos. Además

mantiene también una estrecha relación con las empresas de biotecnología.

• **Asociación Nacional de Entidades Promotoras de Emprendimientos Innovadores – ANPROTEC**

Es una entidad sin ánimo de lucro formalizada como Organización Sociedad Civil de Interés Público (OSCIP). Fundada el 30 de Octubre de 1987, ANPROTEC tiene el objetivo de crear mecanismos de apoyo a las incubadoras de empresas, parques tecnológicos, polos y otras entidades promotoras de emprendimientos innovadores.

• **Ministerio de Sanidad**

Posee varios institutos relacionados con la biotecnología, destacando entre todos ellos el **Instituto Oswaldo Cruz**. Otros institutos importantes son:

- Instituto de Tecnología en Fármacos
- Instituto de Tecnología en Inmunobiológicos

• **EMBRAPA**

Creado hace 25 años, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura) desarrolla técnicas agropecuarias, realiza investigaciones técnico-científicas, promueve los agronegocios a nivel local, regional y nacional. Dispone de 40 unidades, 33 de las cuáles están directamente ligadas a la I+D. En los otros grupos de unidades operacionales están los responsables de la transferencia tecnológica, bases de datos de servicios, organización de negocios, mantenimiento de redes informacionales y la asistencia a los usuarios.

• **Ministerio de Medio Ambiente**

• **Fundações Estaduais de Amparo a Pesquisa – Fundaciones de los Estados para el apoyo a la investigación – FAPS**

7. La Industria Biotecnológica en Brasil

7.1. Introducción

La mayoría de las empresas están concentradas en el sur y sudeste del país. En 1993 existían 76 empresas biotecnológicas; en 2001 su número se había incrementado a 354. Aproximadamente el 70% son empresas locales, el 25% son multinacionales y el 5% son empresas pertenecientes al gobierno. En cuanto a sectores se refiere, el 26% pertenecen al mercado de la salud y el resto pertenece a las áreas de agricultura, medio ambiente y procesos industriales.

Brasil posee el 11º mercado farmacéutico del mundo, y atrae a empresas multinacionales como GSK, Roche y Sanofi-Aventis. Sin embargo su grado de innovación y de patentes es escaso.

Los esfuerzos realizados por el gobierno para atraer inversión del sector privado en la comercialización de la biotecnología están limitados por un decreto que impide

a los profesores universitarios ser empleados por la industria. Esto desanima enormemente el espíritu de creación de *spin-offs*. Un nuevo proyecto de ley para estimular la participación del sector privado, la tan conocida **Ley de Innovación**, fue aprobada en 2004 por la Cámara de Diputados y se encuentra ahora en discusión en el Senado. Si se consigue aprobar, permitirá trabajar a los profesores durante periodos limitados de tiempo en el sector privado. Como nota positiva podemos decir que la primera empresa biotecnológica brasileña (Biobrás) fue creada como una *spin-off* de la Universidad Federal de Minas Gerais.

Existe un reducido número de **bioincubadoras**, siendo considerada la más relevante la Fundación Biominas (Belo Horizonte). La mayoría han sido creadas con apoyo de instituciones públicas, como los gobiernos regionales y el sistema público de investigación, pero también cuentan con algo de soporte privado.

EJEMPLOS DE PRODUCTOS DE BIOTECNOLOGÍA PARA LA SALUD EN BRASIL

| Sector | Tipo | Aplicación | Empresa |
|--------------------|---|--------------------------|---|
| Vacunas | Antígeno recombinante de superficie de Hepatitis B | Hepatitis B | Instituto Butantan |
| | Virus atenuado | Fiebre amarilla | Bio-Manguinhos (FIOCRUZ) |
| | Células autólogas | Cáncer de próstata | FK Biotecnología |
| Terapéutica | Insulina recombinante humana | Diabetes | Biobrás-Novo Nordisk |
| | Eritropoyetina alfa recombinante | Anemia | Intituto Butantan |
| | Anticuerpos Monoclonales | Inmunoterapia | FK Biotecnología |
| Diagnóstico | Antígenos recombinantes | Enfermedad de Chagas | Bio-Manguinhos (FIOCRUZ) |
| | Inmunoensayos con peroxidasa/antiperoxidasa y fosfatasa alcalina/antifosfatasa alcalina | Detección de anticuerpos | FK Biotecnología |
| | Molecular | Varios | Simbios Produtos Biotecnológicos (Sao Paulo) |
| Servicios | Nuevas moléculas naturales | I+D | Extracta moléculas Naturais |
| | Software biomédico | I+D genómica | Scylla Bioinformatics (Sao Paulo) |
| | Servicios de DNA | Test genético | Gene-Núcleo de Genética Médica (Belo Horizonte) |

Fuente: Nature Biotechnology. Volumen 22. Diciembre 2004

Aunque el **capital riesgo** está creciendo, sigue siendo muy limitado, especialmente en lo que se refiere a biotecnología de salud humana.

7.2. Asociaciones Empresariales

Las asociaciones empresariales más relevantes en el área de la Biotecnología brasileña son:

ABRABI Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia.

ABAG Associação Brasileira de Agribusiness.

ABIMO Associação Brasileira da Indústria de Artigos Médicos, Odontológicos, Hospitalares de Laboratório.

BRASPOV Associação Brasileira de Proteção a Obtentores Vegetais.

CBDL Câmara Brasileira de Diagnóstico Laboratorial.

SBPC Sociedade Brasileira de Patologia Clínica.

SBAC Sociedade Brasileira de Análises Clínicas.

SBIG Sociedade Brasileira de Identificação Genética.

ABRABI probablemente sea la asociación más importante. Fue constituida en 1986 y cuenta con 40 miembros, entre ellos algunas de las empresas biotecnológicas más importantes del país. Su objetivo es promover el desarrollo de la biotecnología en Brasil y defender los intereses de las empresas. Colabora con los Ministerios de Ciencia y Tecnología, Salud, Medio Ambiente, Industria y Comercio, así como con otros ministerios y manteniendo contacto con BNDES, FNEP (Fondos Sectoriales), FAPs y Agencias para ayudar al desarrollo de los negocios biotecnológicos.

Actuación empresarial de **ABRABI**:

- Organizan congresos regionales, nacionales e internacionales.
- aproximan a las empresas e instituciones asociadas entre sí y con el gobierno.
- Desarrollan el portal de Internet "Mercado Brasileiro de Biotecnologia" (www.biotecbrasil.org.br) que busca dinamizar los negocios en biotecnología, catalogando a todos los agentes envueltos en biotecnología y disponiendo de una bolsa de empleo y otras informaciones.
- mantienen relaciones con organizaciones internacionales como FELAB, BIO, IFB, EFB, EUROPABIO y otras.

secreto industrial, reforzado por lo descubrimientos sobre hibridación (Silveira 1985). Brasil, con el Instituto Agronómico de Campinas, Agrocerec y Cargill acompañó la evolución internacional de la industria de semillas. A partir de la década de los 1960, empresas extranjeras entran en el mercado brasileño de semillas: Pioneer en el 64, Cargill en el 65, Limagrain y Asgrow en el 71, Dekalb en el 78 y Ciba-Geigy en el 79. Las primeras tentativas de penetración no tuvieron el éxito esperado, que sólo alcanzarán mediada la década de los 60, cuando Cargill y Dekalb lanzaron los primeros híbridos adaptados a las condiciones del extremo sur del país.

Las empresas líderes han invertido en los mercados de soja, arroz y algodón (ver Wilkinsom & Castelli, 2000). A finales de los 80, Agrocerec y Cargill sumaban el 65% del mercado de Brasil y durante la década de los 90, continuó la concentración en el mercado se semillas híbridas.

7.3. Aplicaciones Biotecnológicas por Sectores

❖ BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

Una parte considerable del mercado de biotecnología vegetal está relacionado con la producción y comercialización de semillas mejoradas. La parte más importante de ese mercado está ligado a unos pocos productos: mijo, algodón, arroz, soja, girasol, sorgo y remolacha azucarera.

La moderna industria de semillas fue una de las precursoras de la gran empresa biotecnológica, apoyada en el conocimiento científico y en el

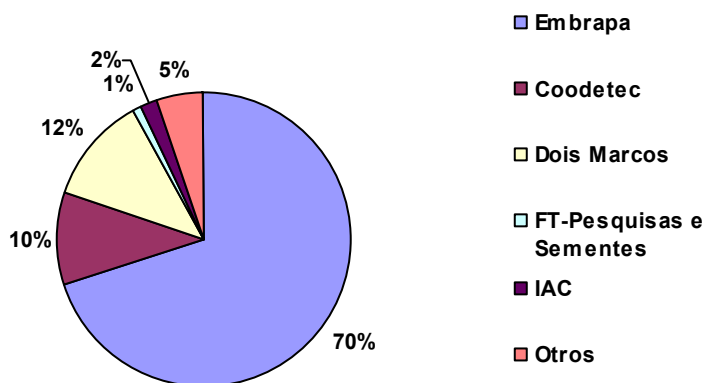
CUOTA DE MERCADO DE EMPRESAS LÍDERES EN SEMILLAS DE BRASIL (%)

| Año | Agroceres (Brasil) | Cargill (EE.UU.) | Pioneer (EE.UU.) | Braskalb (Brasil-USA) |
|---------|--------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 1981 | 39 | 19,5 | 5,4 | <1 |
| 1987/89 | 40 | 25,5 | 8 | 10 |

Fuente: Wilkinson & Castelli 2000 e informes de las empresas

A finales de la década de los 90, Monsanto (USA) adquiere 29 empresas de semillas, siendo 4 brasileñas. La empresa Dupont adquirió 5, 1 de Brasil. La empresa Novartis adquirió 16. La empresa Aventis adquirió 9, siendo 4 de Brasil. La empresa Dow AgroScience adquirió 13, siendo 5 de Brasil. La empresa Sakata Seed Crop y Savia adquirieron 31 empresas, siendo 3 de Brasil. De todo ello se desprende que, por lo menos, 22 empresas brasileñas fueron compradas por multinacionales.

EMPRESAS E INSTITUCIONES LÍDERES EN MEJORA DE SEMILLAS AÑO 1997



Fuente: Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos. MCT. Unicamp. Brasilia 2001

Algunos autores relacionan el interés de las empresas multinacionales con el reconocimiento de los derechos de propiedad para las obtenciones vegetales y, más concretamente, con la Ley de Protección de Cultivos (nº 9456 de 25 de Abril de 1997). La legislación brasileña, al reconocer el derecho del mejorador sobre las variedades esencialmente derivadas e incluir a las plantas recombinantes como tales, abrió un espacio considerable de negociación para los mejoradores que actúan en el país.

El proceso de concentración de la industria en todo el mundo resultó en la creación de cinco grandes multinacionales de semillas, que son: Dupont, Monsanto, Novartis, Aventis y Savia. A pesar de tamaño, su volumen de facturación es pequeño en comparación con las grandes empresas farmacéuticas.

INSTITUCIONES CLAVE EN EL DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA VEGETAL EN BRASIL

• EMBRAPA

Creada hace 25 años, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura) desarrolla técnicas agropecuarias, realiza investigaciones técnico-científicas, promueve los agronegocios a nivel local, regional y nacional. Dispone de 40 unidades, 33 de las cuáles están directamente ligadas a la I+D. En los otros grupos de unidades operacionales están los responsables de la transferencia tecnológica, bases de datos de servicios, organización de negocios, mantenimiento de redes informacionales y la asistencia a los usuarios.

• Técnicas y servicios básicos agropecuarios

- Técnicas de manejo agrícola y pecuario.
- Irrigación.
- Diagnóstico de suelos.
- Desarrollo de técnicas de producción sostenible.
- Tecnologías para agricultura familiar.
- Desarrollo de nuevos tipos de semillas.
- Control de parásitos.
- Mejora y fortalecimiento de semillas.
- Técnicas de plantado y espaciamiento.
- Manejo de recursos hídricos y edáficos.

• Relaciones agroambientales y mejoramiento de materiales biológicos

- Manejo de recursos genético y naturales.
- Relaciones agro ecológicas.
- Técnicas de incremento de la productividad.
- Desarrollo de bioinsecticidas.

- Desarrollo y mejora de cultivos de cruzamiento, hibridación y selección.
- Mejora de cultivos por métodos convencionales.
- Desarrollo de cultivos adaptados a las condiciones locales y regionales.
- Desarrollo de cultivos resistentes a plagas por selección genética.
- Evaluación de impacto ambiental y agroecología.
- Integración de cultivos.
- Biodiversidad de recursos faunísticos.
- Macro-agrosistemas y sostenibilidad agrícola.
- Manejo de factores abióticos.
- Desarrollo de técnicas de nutrición animal.
- Control de enfermedades en animales.

• Mantenimiento y mejora de colecciones de recursos genéticos

- Recuperación de suelos.
- Bancos de germoplasma.
- Nuevas técnicas experimentales de mantenimiento de recursos genéticos.
- Métodos de evaluación de germoplasma.
- Germoplasma reproductivo en animales.
- Biotécnicas de eficiencia reproductiva en animales.
- Recolección y análisis de recursos genéticos en ambientes naturales.
- Evaluación agronómica de germoplasma.
- Clonaje de cultivos.
- Técnicas inmunológicas de detección de parásitos.
- Cultivo de embriones.
- Catastro de semillas.
- Certificación de semillas.
- Procesos de obtención biológica de nutrientes vegetales.

- Conservación y almacenamiento de alimentos para la agroindustria.

• Investigación y Desarrollo de vanguardia

- Estudios de genes de tolerancia a estreses hídricos en plantas.
- Genómica aplicada a la mejora de cultivos.
- Técnicas de investigación en biología molecular para la mejora de cultivos.
- Banco de datos genéticos.
- Técnicas de valoración de recursos genéticos.
- Análisis de pureza genética de poblaciones por marcadores moleculares.
- Fingerprints e identificación de grupos.

- Marcadores para diagnosis y caracterización genética.
- Transferencia génica.
- Biobalística.
- Caracterización de genes inducidos.
- Producción de nuevos cultivos genéticamente modificados.
- Microsatélites para caracterización de cultivos.
- Regulación de expresión génica.
- PCR.
- Caracterización biomolecular de variedades.
- Marcadores morfológicos.
- Protocolos de pruebas de campo con OGMs.

| Unidades | Nº Total de investigadores | Nº de Catedráticos | Nº de Doctores |
|--------------|----------------------------|--------------------|----------------|
| Mijo y sorgo | 65 | 20 | 45 |
| Trigo | 17 | 9 | 3 |
| Soja | 71 | 25 | 36 |

Fuente: EMBRAPA

Existe una relación entre las unidades con potencial de generación de productos y procesos derivados de las modernas tecnologías y las actividades de investigación de vanguardia científica. Las unidades que trabajan en arroz, judías, mijo, sorgo, soja, trigo y otros cultivos, desarrollan proyectos de investigación y tecnologías que permiten producir nuevas variedades y cultivos genéticamente modificados. En algunas de ellas también se han realizado proyectos que implican tecnologías genómicas, de análisis de diversidad genética, fingerprints, pureza de híbridos, utilización de marcadores de alto rendimiento y polimorfismos, etc. Las tres unidades que representan el 30% de la investigación centrada en modernas

biotecnologías (Embrapa Trigo, Soja y Mijo y Sorgo) realizan investigaciones de colaboración, principalmente con Embrapa Trigo y Embrapa Mijo y Sorgo, para el desarrollo de nuevos cultivos de soja.

El país producía en el año 2001, más de 31 millones de toneladas de soja, siendo la región central de Brasil responsable del 45% de esta producción. Las investigaciones de este cultivo, van dirigidas a aumentar la productividad, obtener la estabilidad del producto, desarrollar la resistencia a plagas y de la tolerancia a los herbicidas. De esta manera, se consiguió obtener la Soja Milena, que presenta un ciclo medio y alta productividad. Este cultivo es el resultado de cruzamientos

genéticos convencionales y técnicas de genómica aplicadas a la mejora de los mapas de QTLs ligados a los genes de tolerancia a estrés hídrico. Las biotecnologías genómicas son realizadas en colaboración con Embrapa Mijo y Sorgo y Embrapa Trigo. Otros tipos de soja obtenidos son Soja Celeste y Soja Carla.

Embrapa Trigo también se destaca con un gran potencial generador de productos biotecnológicos. Realiza investigaciones de colaboración con la Universidad de Passo Fundo y forma parte de RedBioBrasil, una red de cooperación técnica en biotecnología dirigida por la FAO, con apoyo de bioinformática. La Embrapa Trigo desarrolla cultivos adaptados a las condiciones del invierno brasileño con apoyo de PADCT Y PRONEX.

El Centro de Biología Aplicada de Embrapa Mijo y Sorgo desarrolló un cultivo de mijo genéticamente modificado con mejoras en la calidad nutritiva. Fueron manipulados por biobalística las regiones PROM – genes promotores de la región ORF, que pasaron a cuadruplicar la producción de proteína nutricional δ -zeína, rica en aminoácidos esenciales. La investigación fue financiada por PRONEX Y CNPq.

La Embrapa Pecuaria Sur también posee una importante capacidad técnica en las áreas de biología molecular y genómica. A pesar de estar volcada en las actividades de pecuaria, desarrolla tecnologías de manipulación de forrajeras a partir de técnicas de investigación con marcadores para diagnóstico y caracterización de fitopatógenos, transferencia genética de mijo y sorgo, marcadores de ADN para diagnóstico de pureza genética y fingerprints para identificación de grupos heteróticos. Este conocimiento está compartido con Embrapa Pecuaria Sur y con Embrapa Trigo.

El CENARGEN es el conservador de los bancos de germoplasma animal, vegetal y de microorganismos de suelo, patógenos y de control biológico. Es responsable de la determinación de variedades faunísticas, análisis genómico, comparación de genotipos de maderas nativas por microsatélites,

desarrollo de patata y judía transgénicos, entre otros.

La Embrapa Hortalizas actúa en la investigación de generación de tecnologías derivadas de la transformación de plantas, biobalística y marcadores moleculares para producción de coliflor y semillas de patatas libres de virus. Esta unidad está vinculada a la BBNNet, red brasileña de investigación en biotecnologías.

El Servicio de Transferencia de Tecnología, por ejemplo, está protegido por leyes de *copyright* internacionales. Dispone de mecanismos de difusión, distribución y transferencia de conocimiento, como por ejemplo, días de campo, cursos o especialistas entre otros. El soporte de este servicio cuenta con una red de comunicaciones de alta velocidad, que viene siendo instalada por un consorcio de Fapesp, Embrapa y Banco Mundial. También dispone de softwares de apoyo.

Embrapa lidera uno de los mejores programas de mejora genética vegetal de plantas anuales cultivadas en zona tropical y semitemplada y que, con la incorporación segura de construcciones génicas desarrolladas para la resistencia a plagas y enfermedades, adaptación de variedades en condiciones ambientales adversas, así como la adición de valor nutritivo y farmacéutico, puede contribuir a consolidar esta posición de liderazgo del país en producción de grano, fibra y oleaginosas a nivel mundial. Se están desarrollando proyectos estratégicos de producción de plantas transgénicas en colaboración con centros de investigación y empresas de Brasil y el extranjero, como son cultivos de soja, arroz, patata, mijo, eucalipto y judía.

Las inversiones realizadas por la Embrapa para el desarrollo de técnicas modernas para la manipulación segura de variabilidad genética, tales como el Programa "Desarrollo de Investigación Básica en Biotecnología" (Programa III) o el Programa para el Desarrollo Tecnológico del sector agropecuario brasileño (PROBETAB), están respaldados en sus directrices por el Gobierno Federal y apoyados por

varios programas tales como PADCT, PRONEX, CNP q/RHAEA entre otros.

Desde 1997 EMBRAPA implementa una nueva política de propiedad intelectual. Solamente en el año 2000, la empresa realizó 16 nuevos depósitos de patentes junto al Instituto de Propiedad Industrial (INPI), número bastante elevado si se compara con la cantidad de depósitos realizados entre 1973 y 1996, periodo en el cuál fueron realizados 17 solicitudes. Lo mismo se aplica a la protección de los nuevos cultivos desarrollados por la empresa en sus programas de mejora genética. Desde la vigencia de la Ley de Protección de Cultivos de 1997, el Servicio Nacional de Protección de Cultivos (SNPC), perteneciente al Ministerio de Agricultura, ha protegido más de 200 cultivos en nombre de Embrapa.

• INSTITUTO AGRONÓMICO DE CAMPINAS

Es un Centro de Proyectos de Ciencia y Tecnología y de Mejora genética de más de una decena de cultivos, con especial interés en hortalizas, café, algodón y especies de grano. La mayor parte de los proyectos se desarrolla en técnicas de mejora convencionales, mas en algunos casos, como en los Proyectos de Cítricos y Caña, las investigaciones en biología molecular y genómica comienzan a cambiar el escenario. El Proyecto Café también sigue este mismo camino. Actualmente ofrecen al mercado numerosos cultivos nuevos, como piña, ajo, fresa y patata libres de virus, siempre obtenidos mediante técnicas de genética clásica.

Un centro de relevancia en investigación es el Centro de Genética, Biología Molecular y de Fotoquímica del IAC, incluyendo los grupos de investigación de Campinas y de Cordeirópolis (Centro de Citricultura de Sylvio Moreira), que supone un ejemplo de la política desarrollada por el IAC de pasar de una ciencia más tradicional hacia una tecnología de vanguardia en biotecnología.

Dos grupos participaron en el Proyecto Genoma Xylella y uno de ellos también participa en el Proyecto

Genoma de Caña de Azúcar (Fapesp).

Están altamente capacitados en genética molecular, incluyendo biobalística, investigación sobre proteomas, pruebas diagnósticas por ADN y ESTs, y en proyectos de desarrollo de productos que implican transferencia de genes.

Están trabajando en el café y en proyectos de desarrollo de cultivos genéticamente modificados para mercados concretos, como por ejemplo selección de madera de bajo contenido en lignina para la producción de papel, en colaboración con Cenargen-Embrapa y utilizan conocimientos sobre microsatélites que permiten la selección de genotipos de interés. También desarrollan proyectos de bioremediación de suelos y rizosfera con Embrapa Medio Ambiente, así como proyectos de reconocimiento genético de caña de azúcar con el CBMEG (Centro de Biología Molecular y Genética de Unicamp, laboratorio que coordina el Genoma SUCEST/Caña).

De un modo general, el IAC es el mayor generador y suministrador de cultivos de plantas mejoradas por métodos tradicionales. Con el Procaña, el mercado de variedades especiales de caña de azúcar va recibiendo nuevos productos de características especiales. La cooperación con el sector de la agroindustria de alcohol de azúcar, representada por COPERSUCAR, ha permitido en los últimos años que sean obtenidas nuevas variedades.

El proceso de formación de investigadores en Genómica parece estar siendo cristalizado, de modo que se forme una subred de apoyo a los trabajos de los Programas Genoma Fapesp y complementar algunos frentes de I+D del Embrapa.

• COPERSUCAR

La Cooperativa de Productores de Azúcar y Alcohol del Estado de Sao Paulo (Copersucar) es una institución clave del sector, representando más del 97% del mercado.

El Centro de Tecnología de Copersucar es un foco de análisis del

sector, y desarrollan tecnologías de generación de nuevas variedades de caña y técnicas agroindustriales.

Tres grupos de proyectos forman parte de la cartera de desarrollo de productos de biotecnología de caña: transformación genética, descubrimiento de genes y marcadores moleculares.

Colabora con universidades y el Fapesp en el Proyecto Genoma SUCEST (Sugar Cane EST) que es el proyecto de secuenciación de genes de especial importancia en la caña de azúcar. En este proyecto la colaboración Fapesp-Copersucar implica a más de 200 investigadores de la red de universidades de Sao Paulo, Pernambuco y Alagoas. Fueron identificados más de 80.000 genes, muchos de ellos responsables de la resistencia a plagas y calor, así como de la adaptación al suelo. Es el mayor proyecto de análisis de genes en plantas ya realizado, siendo financiado con recursos del orden de 6 millones de USD.

El portafolio de colaboraciones incluye la Universidad de Texas (mapas de ADN y estudios moleculares de virus parasitarios de caña), Universidad de Carolina del Sur (genes de resistencia a la oxidación y biblioteca de ADN de caña de azúcar). Estas investigaciones no son realizadas por la institución, sino que técnicos e investigadores son enviados a las instituciones contratadas.

Las tecnologías de biología molecular desarrolladas por Copersucar están re presentadas por la utilización de cromosomas artificiales de hongos y bacterias, biobalística, cultivos in vitro de germoplasma, marcadores de selección y transformación genética, PCR, sondas complejas de ADN y copia de ADN en plásmidos, lo que permite el desarrollo de pruebas diagnósticas de plagas y nuevas variedades adaptadas.

• CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA DE RIO GRANDE DO SUL

El CTbioT fue creado en diciembre de 1981, por un convenio firmado entre el gobierno del Estado de Río Grande do Sul, el Banco de Desarrollo del Estado de RS (Badesul), la Fundación

de Apoyo a la Investigación de RS (Fapergs) y la Universidad Federal de RS – UFRGS.

Sus principales objetivos eran la integración de esfuerzos y recursos, entre los organismos federales y de los estados, de estudios de investigación y apoyo financiero, entre las universidades y las empresas para la ejecución de proyectos de investigación y formación de recursos humanos.

Actúa en las siguientes áreas: genética y biología molecular de microorganismos, control biológico, diagnósticos moleculares de dolencias humanas, de animales y plantas, salud animal y reproducción, biotecnología vegetal, bioquímica y farmacología de péptidos y proteínas tóxicas, producción de enzimas, genética toxicológica, biomonitorización de polución ambiental.

CBbiot posee una incubadora que ha generado empresas como IKRO y Simbiosis36. La primera abandonó el Centro en 1998, después de seis años de funcionamiento. Se creó para producir una línea de productos reactivos para pruebas de coagulación a escala comercial, un nicho de mercado ocupado por empresas extranjeras.

Entre los productos ofertados por el Centro, están:

- Producción de kits de diagnóstico e insumos en las áreas de salud humana, animal y vegetal.
- Productos aplicados en el procesamiento de alimentos.
- Productos aplicados a la degradación de desechos animales para la utilización en agroindustria y para la protección del medio ambiente (enzimas hidrolíticas).
- Servicios asociados a los conocimientos específicos en el área de la biotecnología.
- Tratamiento de recursos humanos altamente especializados.

Identifican un gran potencial de mercado en empresas que poseen un elevado interés en la producción de componentes enzimáticos, tales

como proteasas, lipasas y amilasas: sector de análisis clínicos basados en tests diagnósticos de biología molecular. Por ejemplo, el sector de producción de carnes y derivados, particularmente la industria avícola, que necesitan pruebas para control de contaminación por bacterias patógenas.

Entre los servicios ofrecidos por el centro están:

- Diagnóstico de dolencias humanas para laboratorios de análisis clínicos.
- Diagnóstico de dolencias veterinarias.
- Control de calidad de productos y efluentes para el medio ambiente.
- Consultorías.
- Formación de recursos humanos.

Posee un convenio con la Fundación Oswaldo Cruz – FIOCRUZ con el objetivo de mejorar la formación de recursos humanos y elaboración de proyectos de investigación.

Poseen también convenios con empresas para la realización de investigaciones sobre las condiciones de degradabilidad de los sistemas de tratamiento de efluentes.

Las unidades en operación del Centro de Biotecnología son:

- Laboratorio CENBIOT-Enzimas
- Laboratorio de Genotoxicidad - GENOTOX

• INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE CAXIAS DO SUL

Fundado en 1975, tiene una larga tradición en biotecnología "tradicional". Atiende básicamente las demandas del polo agroindustrial de la región de Río Grande do Sul.

Trabaja en biotecnología tradicional con levaduras de uso en enología que reducen la acidez de los vinos, el recombinante MB7TC, que recibió la **primera patente concedida a un ser vivo en América del Sur.**

Actúan también en el área de extracción y transformación de

aceites esenciales extraídos a partir de plantas aromáticas y medicinales y en la producción de plantas libres de virus y propagadas libremente.

La tradición de la investigación del centro está fuertemente asociada al desarrollo de la agroindustria del vino en la región que actualmente es conocida como la Región de los Viñedos. Por esta razón, el área de actuación del Instituto está volcada en el mercado regional, aunque también actúa con las comunidades rurales de pequeños agricultores. Estos últimos reciben asistencia para la producción de hierbas secas (tomillo, salvia, raíz de magnolia, alecrim, lavanda, etc.). Estos cultivos, aunque ocupan pequeñas parcelas de terreno, poseen un alto valor añadido cuando son transformados en extractos, aceites de otros productos de higiene, limpieza, cosméticos así como productos medicinales. El Polo Oleoquímico de Plantas Aromáticas y Medicinales de IB actúa en la producción de aceites para aromaterapia. Sus unidades de producción reciben materia prima y las transforman en aceites esenciales.

Otro de los nichos potenciales de mercado está relacionado con la evaluación de principios activos obtenidos a partir del análisis de plantas para el estudio de dolencias endémicas en especies de valor comercial. Se utiliza cromatografía de gases, líquida, espectrometría de masas y análisis físico-químico. Los procesos más avanzados incluyen cultivo de tejidos y micropropagación de plantas.

Sus líneas de investigación son:

- Ecogestión vitivinícola y agricultura biológica y orgánica.
- Métodos de instrumentación en análisis ecológicos.
- Cultivos de tejidos y Biología Molecular en plantas.
- Actividades antimicrobianas de extractos.
- Epidemiología y biología molecular de contaminantes de alimentos.
- Mejora de hongos productores de enzimas.

- Producción de enzimas celulolíticas, pectinolíticas y ligninolíticas.
- Estrés oxidativo y antioxidante.
- Control biológico de insectos y dolencias de plantas.
- Extracción y transformación de aceites esenciales.

• INSUMOS PARA EL SECTOR DEL ALCOHOL Y AZUCARERO

La investigación realizada por el Instituto de Biología de Unicamp sobre floculación de levaduras tiene por objetivo la mejora de los procesos de fermentación continua para la producción de alcohol proveniente del azúcar de la caña de azúcar. El potencial del mercado es enorme para la industria, dado el volumen de producción de 12 billones de litros de alcohol/año (2001), especialmente en el estado de Sao Paulo.

Las investigaciones con levaduras floculantes vienen siendo realizadas desde mediados de los años ochenta, pero su difusión es bastante lenta. Esto se debe no tanto a las limitaciones tecnológicas o la calidad del producto, sino a las modificaciones en el proceso productivo, relacionadas con inversiones y obsolescencia tecnológica.

Las investigaciones parten de las características del genoma de las levaduras, siendo por lo tanto una investigación biotecnológica avanzada. Las levaduras fermentadoras poseen por lo menos dos genes de mantenimiento de la floculación del medio en el que viven. Son conocidos como los genes FLO1 y FLO2, ambos responsables de la distribución homogénea de células de levadura en un medio cargado de nutrientes, como es el extracto de caña de azúcar. Esta característica genética está íntimamente ligada a la competición intraespecífica de estos organismos, una vez que no tendría sentido que se concentrasen en ciertos puntos del medio nutriente compitiendo por los nutrientes energéticos. El control de la floculación es permanente en todas las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* actualmente utilizadas para la producción de alcohol etílico.

Levaduras genéticamente modificadas, capaces de desligar el gen de la floculación cuando los niveles de azúcar presentes en el medio están próximos a cero conducen al bloqueo de esta actividad. Esta actividad fue conseguida por medio de las investigaciones del grupo del **Dr. Gonzalo Pereira**, con financiación de Fapesp y de otros organismos federales de apoyo a la investigación. Sus resultados se han visto traducidos en la disminución de cerca del 20% de los costes de producción, ya que, las fases de centrifugación y filtrado podrían ser eliminados del proceso. La empresa americana de biotecnología *Genesearch*, de la cuál el investigador es responsable y también consultor científico, está financiando las fases de este desarrollo de ingeniería y será el agente comercializador de la levadura.

✚ EMPRESAS PRODUCTORAS DE TEJIDOS Y MATRICES

• Vitrogen Biotecnología

Se dedica a la producción de tejidos a través de cultivo (clonaje in vitro de vegetales a través de micropropagación, en ambiente libre de enfermedades).

Tienen tejidos de banana, fresa, frambuesa, manzana, naranja, uva, piña, plantas ornamentales, plantas leñosas, stevia y tabaco.

• Pro-clone Biotecnología

La historia de Pro-Clone está fuertemente identificada con la trayectoria de su directora, Mónica Ines Sgeren, que en 1989 realizó el doctorado de Biología en Unicamp. La sede de la empresa está en Holambra.

Desarrolla técnicas de micropropagación in vitro en el mercado. La empresa ha desarrollado técnicas de clonaje de alta calidad para plantas ornamentales y de horticultura. Las técnicas de micropropagación en masa evitan stress medioambiental y suministrar clones libres de enfermedad.

MERCADOS DE INOCULANTES Y CONTROL BIOLÓGICO

Este apartado pretende ilustrar la existencia de segmentos que utilizan "biotecnología de nivel intermedio", en el cual aparecen micro/miniempresas con mercados limitados y con escasa capacidad de diversificación. Acuden a las instituciones públicas para obtener soporte. Por otro lado, el impacto social de sus actividades es muy superior al beneficio privado, teniendo efecto significativo en la rentabilidad de sus clientes e impactos favorables en términos medio ambientales.

• **Biosoja**

El mercado de inoculantes en Brasil representaba en el 2001 una cantidad de cerca de 12 millones de dosis/año, abastecida totalmente por la industria nacional. La tecnificación de los cultivos de soja a partir de los años 80 imprimió un estándar tecnológico a los insumos agrícolas y forzó la mejoría en la calidad de los productos brasileños. La mejora en el estándar de calidad fue acompañada en los años 90 por un aumento de precio.

Las tres mayores empresas de este mercado, de las cuáles Biosoja es la más representativa, suministran inoculantes para prácticamente el 98% de los productores.

Además de la mejora de calidad del inoculante, a base de inversiones en I+D, Biosoja también optó por la estrategia de diferenciación de producto en el periodo 1990-1996, introduciendo en su cartera los fertilizantes foliares. También desarrolla I+D en el área de la fijación de nitrógeno en gramíneas, lo cuál debiera representar una oportunidad de crecimiento para la empresa, ya que se prevé un salto significativo de la fijación de nitrógeno en leguminosas.

• **Empresa Caxiense de Control Biológico**

Desarrolló un producto, el biofungicida natural a base de *Trichoderma sp* y el control Bio 2001. El proceso utilizado es a base de

cultivo de células en procesos semi-sólidos y por formulación.

❖ **BIOTECNOLOGÍA EN SALUD HUMANA**

Existen un conjunto de instituciones claves en el desarrollo de la biotecnología brasileña del sector salud.

• **INSTITUTO BUTANTÁ**

Produce sueros, vacunas, surfactantes, anatoxinas y hemoderivados para la utilización en el sector público de salud humana de Brasil. Por otro lado, realiza investigación básica y de aplicación tecnológica.

El instituto mantiene estrecha relación con las universidades públicas, en especial con la USP y con algunos importantes grupos de empresas del sector farmacéutico, ayudando en el desarrollo de nuevos productos biotecnológicos.

El desempeño científico del Instituto Butantá puede ser evaluado por la tasa de publicaciones/año/investigador en el periodo de 1996-97, que fue de 0,55 intramuros y de 0,68 publicaciones/año/investigador en proyectos de colaboración con el Instituto de Química y el Instituto de Ciencias Biomédicas de USP.

La financiación de la investigación básica es realizada por el propio Instituto, con recursos procedentes de la comercialización de productos para un mercado institucional prácticamente representado en su totalidad por el Ministerio de Salud.

Aunque las compras de vacunas del gobierno son grandes, el precio de las mismas es bajo, lo que deja a los fabricantes de biocommodities con escasos márgenes de beneficio. Durante los últimos años, el Butantá diversificó su producción de vacunas y similares, al mismo tiempo que efectuaba mejoras y desarrollaba nuevas tecnologías. No tiene competencia en el mercado de uso popular y gratuito, por lo que las empresas privadas no están interesadas.

BUTANTAN L.B: BIOTECNOLOGÍA Y DEMANDA DE PRODUCTOS (2000)

| Producto | Cantidades | Línea | Socios |
|---|--|---|--|
| Sueros antivenenos | 600.000 ampollas | Proceso de purificación de un suero hiperinmune | Centro de Biotecnología |
| Sueros monoclonales (anti-CD3 y CD18) y antitóxicos | 200.000 dosis (demanda nacional) | Bioreactor de larga escala | Instituto de Coração-USP |
| Anatoxinas tetánica y diftérica | 100 y 40 millones de dosis/año, respectivamente | Producción de antígeno conjugado y fermentación | Centro de Biotecnología |
| Vacuna Pertussis y BCG | 18.000.000 dosis de cada (demanda nacional) | Fermentación | Centro de Biotecnología |
| Hepatitis B y otras vacuna virales | 80.000.000 dosis a 0,08 US\$ por dosis | Vacuna en células VERO, en cerebro de ratón, vacunas recombinantes y epitopos de virus del Dengue | Centro de Biotecnología |
| Meningococo B, hemófilo B, pneumococo | 25% de la demanda nacional | Fermentación y por conjugados polisacáridos-proteínas. | Instituto Adolfo Lutz y Bio-Manguinhos |
| Suero y toxina botulínica para uso humano y veterinario | Lanzado en el año 2001 | Fermentación y purificación en ambiente de alta seguridad | Centro de Biotecnología y Fapesp |
| Hemoderivados del factor VIII | - | Albúmina placentaria | Centro de Biotecnología |
| Biofármacos de impacto social: eritropoyetina surfactante | 500.000 dosis de eritropoyetina y batroxibina para demanda internacional | Purificación a partir de pulmón bovino | USP y Sadia |

Fuente: Instituto Butantan

En el ámbito de la gestión, el Butantán está claramente dividido, lo que se expresa en las dos visiones antagónicas de los coordinadores del Centro de Biotecnología y el CAT. En el primer caso, se tiene una absoluta incredulidad en el papel que la colaboración con empresas puede representar en términos de avances biotecnológicos. En el caso del CAT, la posición es establecer colaboraciones de I+D con las empresas.

Así es que las actividades de I+D y producción de bio-commodities forman dos organizaciones distintas, representadas por los dos principales laboratorios: el Laboratorio de

biotecnología y el CAT-Centro de Toxicología Aplicada.

• **Laboratorio de Biotecnología-LB**

En este laboratorio son producidos los sueros, vacunas y productos farmacéuticos utilizados por los sectores públicos de salud.

Utilizan biotecnologías tradicionales, como producción a gran escala de vacunas por fermentación, para lo cual es preciso el desarrollo de tecnologías de procesos en plantas industriales complejas, tanto en el sentido de

control bacteriológico como en la calidad de los productos.

Casi la mitad de los investigadores del Centro de Biotecnología son doctores y master, lo que justifica los avances en I+D en términos de investigación de vanguardia. La cualificación de sus recursos humanos en genómica tuvo su origen durante el Proyecto Xylella (Fapesp) y actualmente un grupo participa en el Proyecto Genoma Cáncer (Fapesp). Han desarrollado habilidad técnico-científica para la detección de genes de expresión en cáncer y vectores víricos para producción de vacunas (como la del virus BCG). También están en el Proyecto Genoma Leptospira, bacteria de crucial importancia en salud pública. Todos ellos son programas de la red ONSA.

Este centro no desarrolla actividades conjuntas con el sector privado.

• Centro de Toxicología aplicada

El Centro está centrado en actividades de investigación de compuestos de actividad farmacéutica derivados de sustancias tóxicas naturales, principalmente aquellas presentes en venenos de animales, con potencial aplicación como antihipertensivos, bloqueadores de receptores de membrana plasmática, etc.

El CAT es en la actualidad un Centro de Investigación y Difusión de FAPESP, que busca organizar las interfaces entre la investigación pública y las actividades de desarrollo de productos (e investigación) privadas. Su objetivo es estimular la generación de biotecnologías y nuevos productos para el mercado.

El CAT ha establecido acuerdos de colaboración con algunas empresas (Biosintética, Biolab-União Química y Vallée). La colaboración es mediada por el NUPLITEC (Nucleus of Patents and Licensing of Technologies) de Fapesp, que aporta apoyo financiero para la transferencia y la licencia de las biotecnologías.

La colaboración para la investigación de la estructura molecular de proteínas, esencial para el diseño de bio-fármacos e ingeniería molecular, se está realizando con "Centers of Enérgie Atomique", de Francia. También tienen un programa de desarrollo de antihipertensivos con la Universidad de Japón.

La mayor parte de las actividades está siendo realizada a través de negociaciones informales aunque también se discuten algunos aspectos de las cuestiones de copyright, mediadas por el INPI.

La estructura organizacional del Instituto, bastante jerarquizada, no parece ser favorable al desarrollo de la investigación colaborativa formal.

• Fundación Oswaldo Cruz

La Fundación Oswaldo Cruz, por medio de sus unidades de producción e investigación, Bio-Manguinhos y Far-Manguinhos, desarrolla un papel de liderazgo en las actividades ligadas a la salud pública en Brasil.

Como ocurre con otros laboratorios de vacunas, sus actividades de producción están básicamente orientadas para el mercado institucional a través del Ministerio de Salud.

El Instituto Oswaldo Cruz tiene establecida una política de aproximación con otras instituciones de investigación congéneres en Brasil y en el resto del mundo. En el año 2000 mantuvieron 56 convenios internacionales, algunos de ellos con organismos internacionales como la OMS, UNESCO Y UNAIDS, entre otras.

Se distinguen dos instituciones: COGEST, responsable de la dirección tecnológica y el área de producción de vacunas y BIO-EL MANGUINHOS. El COGEST sigue el desarrollo de productos desde la investigación básica y apoya las acciones de establecimiento de patentes y búsqueda de

colaboraciones nacionales e internacionales.

La relación de patentes relacionadas con el uso de la biotecnología tradicional y moderna solicitadas en el exterior comprende vacunas recombinantes de fiebre amarilla, diagnósticos de la Enfermedad de Chagas, antígenos para la vacunación contra helmintos especialmente *Schistosoma* sp. y *Fasciola* sp., proceso para la producción de virus en cultivos de células y procesos para la producción de vacunas contra infecciones causadas por Flavovirus.

Entre las patentes solicitadas en Brasil se encuentran: bioinsecticidas, vacunas contra la

fiebre amarilla, proceso de producción de virus en cultivo de célula y producción de vacunas contra la infección causada por Flavovirus, antígenos de *Plasmodium gallinaceum* en el uso de la diagnosis de la malaria, bioinsecticida a base de *Bacillus thuringiensis*, kit para el análisis de *Leishmania* sp.

Un análisis del esfuerzo relacionado en el ejercicio de derechos de propiedad y de patentes asociadas a las metodologías, procesos y productos desarrollados en esta Fundación, permite destacar la vocación científica y tecnológica de todo el complejo de investigación asociado a la producción de vacunas y reactivos.

PATENTES CONCEDIDAS EN EL EXTERIOR ENTRE 1997-2000

| Investigadores | Proyecto/Unidad | Objeto | País | Fecha |
|----------------------------|-------------------------|--|--|--------------------------|
| Tendler/Katz/Simpson | IOC/Cpq RR | Antígeno para la vacunación contra Helmintos, Esquistosoma y Fasciola | Italia, España, Reino Unido, EE.UU., Nueva Zelanda, Francia | Varias: 1997; 1998 |
| Goldemberg/Krieger/Almeida | DBBM/IOC Bio-Manguinhos | Kit para el diagnóstico de la enfermedad de Chagas | EE.UU. | 07/04/98 |
| Boechat/Pinto | DBBM/IOC Bio-Manguinhos | Compuestos Fluorados usados como Fármacos con actividad antiinflamatoria | Italia, España, Reino Unido, EE.UU., Alemania, Bélgica, Suiza, Francia | Varias: 1998; 1999; 2000 |
| Galler/Freire | IOC Bio-Manguinhos | Vacuna recombinante contra la Fiebre Amarilla | África del Sur | 18/01/00 |

Fuente: COGEST y Fundación Oswaldo Cruz

• Bio-Manguinhos

La producción de vacunas es la actividad de mayor alcance de la Fundación Oswaldo Cruz, atendiendo a la población a través del Programa Nacional de Inmunización. Esta

actividad representa cerca del 60% de la producción nacional de vacunas y el 40% de los suministros al Ministerio de Salud, una actividad desarrollada junto con Tecpar y Butantá.

El mayor esfuerzo está dirigido a la producción de vacunas para el sarampión, poliomielitis, meningitis A y C y fiebre amarilla. El Instituto de Tecnología en inmunobiología, Bio Manguinhos, desarrolla la producción de vacunas, reactivos e insumos para la salud pública. Realiza también una importante producción de reactivos para diagnósticos: leishmaniosis, leptospirosis, hanseniasis, sarampión, rubéola, AIDS, hepatitis virales, diarrea y rabia. Entre las vacunas producidas están la de la fiebre amarilla, meningitis A y C, sarampión, poliomielitis, *Haemophilus influenzae*, doble vírica (sarampión y rubéola) y triple vírica (sarampión, paperas y rubéola).

• Instituto de Tecnología de Paraná–TECPAR

Es una de las tres instituciones, junto con Instituto Butantá y Fundación Oswaldo Cruz, en producir vacunas animales y humanas en Brasil, aunque su especialización es en el área animal. Sus principales clientes son el Ministerio de Salud (vacunas) y Ministerio de Agricultura (antígenos). Su línea de productos incluye vacunas y sustancias diagnósticas in vitro e in vivo así como productos biológicos.

Hasta 1970 la institución se centró en el área animal, con gran énfasis en brucelosis. La tecnología de la vacuna anti-rábica (para perros y gatos) fue traída de Chile a Brasil a comienzos de los años 80 al solicitarlo el Ministerio de Salud. Inicialmente las órdenes eran de 1000 dosis/año, pasando a suponer 28.500 dosis/año en 1999. Actualmente constituyen cerca del 80% de las prescripciones de Tecpar. Además de la especialización en veterinaria, cuenta con la ventaja de una gran capacidad de producción a gran escala a un coste bajo.

La vacuna antirrábica es producida a través de la inoculación con virus de masa cerebral de ratón (el Tecpar cuenta con un animalario de 5 millones de ratones). La vacuna antirrábica de DNA se produce en Israel. La ventaja de este tipo de vacuna es que su coste de producción es menor ya que usa proteína sintetizada.

La dificultad de hacer investigación y desarrollar productos, a nivel de la biotecnología moderna, es uno de los grandes impedimentos de Tecpar. Ello se debe a la carencia de masa crítica en I+D, a pesar de contar con buenas instalaciones y equipamientos. El problema se trata de paliar mediante acuerdos, como el que mantienen con Bio-Manguinhos y otros con China, La Tecpar inauguró en el año 2001 el Centro de Biotecnología Molecular, atrayendo investigadores del IOC de Rio de Janeiro.

Los procesos tecnológicos más utilizados son: fermentación/crecimiento de células en biorreactores, centrifugación, purificación por cromatografía e inactivación química.

Desde final de la década de los 80 Tecpar, en asociación con el Instituto Butantá, pasó a producir la vacuna de la rabia en uso humano, lo que exige técnicas más adecuadas de purificación, lo cual supone un coste mayor. La tecnología utilizada es de cultivo celular. Vacunas basadas en el cultivo celular están el mercado desde 1980. La vacuna es obtenida a partir de cultivo celular de células de cerebro de embrión de gallina, células diploides de riñón de mono y células diploides humanas.

La aproximación a Bio Manguinhos incluye un contrato de transferencia de tecnología para la producción de vacunas contra la gripe. Las colaboraciones con el Instituto Butantá son menos estratégicas, ya que las dos instituciones se dirigen a la misma franja de productos.

La empresa necesita:

- Modernizar la producción de vacunas a través de mayores inversiones en tecnologías de cultivo celular.
- Obtener mayor financiación para la inversión en la unidad "Paraná Inmunobiológicos".

• Instituto Ludwig

El Instituto Ludwig contra el cáncer (ILPC) es una institución internacional de investigación que posee laboratorios en EE.UU., Europa y Japón. En Sao Paulo está instalado

junto al Hospital del Cáncer – AC Camargo, de la Fundación Antonio Prudente.

La base de actividades del ILPC está asentada sobre investigaciones en genómica. Sus principales proyectos de investigación son: Proyecto Genoma Humano del Cáncer, Laboratorio de Bioinformática, Genome Center (pruebas clínicas de diagnósticos de expresión génica de cáncer), Desarrollo de biotecnologías de micro-arrays de DNA, Genómica de Papilomavirus e Investigación sobre priones.

Su coordinador, el profesor Dr. Andrew Simpson, fue a su vez coordinador de DNA del Proyecto Genoma Xylella.

Los principales frentes de I+D son:

- Diagnóstico
 - Pruebas de expresión génica basada en mutación.
 - Pruebas de análisis de estructura de proteínas.
- Terapia
 - Fármacos de tratamiento de cáncer basadas en copias de plásmidos de DNA.

Las líneas de desarrollo de productos son:

- Genoma Cáncer. Secuenciamiento de genes de los tumores más frecuentes en Brasil.
- Genoma Clínico del Cáncer. Protocolos de dos mil casos de tratamiento de cáncer de los tipos más frecuentes en la población.
- ORESTES. Selección técnica de genes con significancia genómica para la especie estudiada.

El desarrollo de las pruebas diagnósticas de cáncer por expresión de genes cambia radicalmente las

formas de prevención y tratamiento clínico del cáncer. Abre un importante potencial de mercado para la industria farmacéutica.

El ILPC está en una posición extremadamente privilegiada para generar innovaciones biotecnológicas. Coordina el Proyecto Genoma de Cáncer (Fapesp). En esta red están presentes dos centros de bioinformática, hospitales públicos y más de 20 grupos de investigación en universidades públicas y privadas.

La organización y gestión de la investigación incluye acuerdos de colaboración con una red de hospitales y organismos.

Lo más importante, el método ORESTES, permite seleccionar trozos de DNA con genes de expresión (*Open Reading Frames EST's*, las regiones codificadoras de proteínas), que son regiones del genoma humano en las cuales están las informaciones significativas localizadas.

• EMPRESAS DEL SECTOR SALUD Y VETERINARIO

Una parte considerable de las empresas consultadas están afiliadas a ANPEI (Asociación Nacional de I+D+i de Empresas Innovadoras).

BIOBRÁS

Desde su inicio se dedicó a la preparación de productos farmacéuticos de origen biológico. Biobras logró desarrollar insulina humana con un elevado grado de pureza y redujo el nivel de contaminantes de sus productos siguiendo el estándar internacional. Esa trayectoria fue favorecida por la transferencia tecnológica resultante del Joint-Venture con uno de los líderes mundiales del sector farmacéutico, Ely Lilly, uno de las empresas líderes en producción y comercialización de insulina, junto a la danesa NovoNordisk.

TRAYECTORIA TECNOLÓGICA DE LA INSULINA Y BIOBRÁS

| Año | Frontera Mundial | Biobrás |
|------|---|---|
| 1921 | Descubrimiento de la Insulina | |
| 1923 | La Insulina es comercializada | |
| 30`s | Formulación PZI | |
| 40`s | NPH | |
| 50`s | Formulación lenta | |
| 1972 | Formulación "single peak" | |
| 1976 | | |
| 1979 | | Cristales de insulina "Single peak" |
| 1980 | Insulina monocomponente (2) | |
| 1984 | Insulina humana sintética y semisintética | Purificación de insulina altamente purificada |
| 1988 | | Inicio de la producción de Insulina humana |
| 1994 | Insulina DNA Recombinante | |
| 1998 | | Insulina Humana DNA Recombinante |

Fuente: Apud Lemos (2000), basado en información de Biobrás.

VALLÉE

Pertenece al grupo Carfepe, que actúa en otros sectores que no están relacionados con la tecnología, como inmobiliario y granjas.

El grupo identificó en 1961, en la producción de vacunas contra la fiebre aftosa, una línea de crecimiento del grupo. Las instalaciones de Montes Claros, en la década de los 80 y aprovechando los incentivos fiscales dados a las empresas de la región de Sudene, iban a ocupar un mercado creciente de vacunas en el centro-oeste del país. La empresa logró montar un laboratorio de inmunobiológicos bastante moderno, contando con técnicas de almacenamiento de vacuna en frío que permitían reducir sustancialmente el costo de producción, desarrolladas en parte

con un acuerdo de cooperación con el Instituto Merrieux.

La línea veterinaria para ganado bovino es amplia, incluyendo inmunobiológicos (las principales vacunas son contra el carbunco, brucelosis, leptospirosis y otros), productos terapéuticos (antibióticos), y suplementos nutricionales. Mantienen el nicho de mercado de la fiebre aftosa, en el que están bien posicionados tanto geográficamente como desde el punto de vista del mercado.

Posee una Dirección de Gestión Tecnológica (DGT) que incluye la supervisión de las actividades de tres laboratorios: Laboratorio Experimental de Parasitología, Laboratorio Experimental de Fermentación y Laboratorio de Tecnología Farmacéutica. Están así mismo realizando la diversificación en productos de salud humana.

VALLEÉ – FRENTES DE ACTUACIÓN EN I+D

| Líneas de investigación y/o productos en desarrollo | Socios |
|--|---|
| Vacuna contra la brucelosis | Biobrás, UFRJ, Instituto Biológico – SP, Instituto Pasteur – SP, UFSC |
| Control de Clostridium | EMBRAPA |
| Dos patentes de métodos de análisis de infección en bovinos y porcinos. | Desarrollo interno |
| Antiparasitario contra la mosca del cuerno | Universidad de Viçosa y EMBRAPA |
| Vacuna contra la mosca del cuerno (en desarrollo) | Cuba (Heber Biotech) y Australia (Pharmacia y Life Technologies) |
| Somatrofina porcina en pre-tests | EMBRAPA |
| Genómica bovina | Unesp – Rio Preto |
| Sistemas de administración de fármacos y microencapsulación (en fase de negociación) | Natura Cosméticos |
| Vectores virales para baculo-virus y desarrollo de vacunas contra la mastitis bovina | Instituto Biológico - SP |

Fuente: Vallée

El éxito de Vallée también está relacionado con el aprovechamiento de los incentivos dados a las empresas para la producción de vacuna anti-aftosa como estrategia de erradicación “lenta” de la enfermedad.

El hecho de conocer que, por lo menos la declaración de la región Centro Sur de Brasil fuera declarada “zona libre de virus de fiebre aftosa” resultaría en la pérdida de mercado, creó un incentivo para la búsqueda de diversificación de actividades.

BIOLAB-UNIÃO QUÍMICA

Empresa tradicional del sector farmacéutico. Ocupa una posición secundaria en el mercado. La mayor parte de sus productos se basan en bioquímica y farmacia tradicional, con bajo contenido en ciencia.

El comportamiento de búsqueda por innovación biotecnológica es menos evidente que en el caso d

Vallée. Las inversiones en I+D son del orden del 1% de la facturación bruta y subcontratan investigación con institutos públicos de investigación.

La empresa presenta un escaso desarrollo innovador, concentrando sus iniciativas en el desarrollo de productos de utilización hospitalaria y productos naturales de suplementos alimenticios, además de la línea tradicional de drogas de segunda generación. No actúan en las áreas de comercialización de citoquinas, anticuerpos y vacunas virales. Mucho menos piensa desarrollar competencias para el desarrollo de fármacos mediante química combinatoria o pruebas diagnósticas.

Las empresas de estas características sufren dificultades financieras cíclicas, como consecuencia de los cambios de políticas de control de precios en Brasil, lo cual impide obtener recursos para invertir en I+D.

BIOLAB–FRENTE DE I+D

| Líneas de investigación y/o productos en desarrollo | Socios |
|---|--------------------|
| Hidrogel para el tratamiento de quemados | IPEN |
| Fármacos para el tratamiento de la hipertensión arterial humana, basado en subunidades de la toxina botrónica | Instituto Butantan |
| Factor de crecimiento humano modificado de <i>Escherichia coli</i> | Instituto Butantan |

Fuente: Biolab

EMPRESAS HEREDITAS Y GENOMAX

Son dos empresas surgidas como spin-off de centros de excelencia en investigación en biotecnología localizados en Brasilia.

HEREDITAS es una empresa que se inició realizando pruebas de paternidad y que posteriormente se ha ido expandiendo (al igual que Genomax) en las áreas de pruebas diagnósticas genómicas y en biología molecular para agricultura y actividad pecuaria en bovinos y equinos. Sus fundadores son ex investigadores CENARGEM (Embrapa) en el área de transferencia de genes en eucaliptos, biobalística, marcadores morfológicos, secuenciación de DNA y marcadores de polimorfismos.

Este es un caso de *spin off* del EMBRAPA y de sus programas de formación de recursos humanos. La empresa fue creada en 1996 con la intención de realizar trabajos de determinación de paternidades por DNA, con el apoyo de recursos del PADCT II. Presta en la actualidad sus servicios en 20 estados brasileños. Han construido con recursos propios un centro de investigación genómica que debe abrigar dos empresas, la propia Hereditas y Genomax.

Hereditas-Genomax presenta un gran potencial de realización de I+D en los sectores de salud y

agronegocios, una vez que, además de la experiencia investigadora van organizando negocios con sectores de producción del eucalipto y comercialización de maderas para producción de papel, de mejoramiento genético de bovinos y equinos por identificación individual y exámenes de vínculo genético.

7.4. Fundación Bio-Rio: Un Análisis General de sus Empresas

La creación del Polo de Biotecnología de Rio Janeiro (Polo Bio-Rio) se produjo en 1986 cuando la biotecnología estaba todavía en sus comienzos, y con un escaso margen de separación respecto al inicio en los países líderes. Se creó con la intención de fomentar la investigación y desarrollo de la biotecnología en instituciones científicas y viabilizar su transferencia al sector productivo. En 1988 fue creada la Fundación Bio-Río, de la que forman parte el CNPq/Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FINEP/Financiación de Estudios y Proyectos, ABRABI/Asociación brasileña de empresas de biotecnología, ACRJ/Asociación comercial de Rio de Janeiro, FIRJAN/Federación de Industrias de Río Janeiro y el FLUPEME/Asociación Fluminense de Pequeñas y Medianas Empresas.

En 1988 Bio-Rio firmó con la UFRJ (Universidad Federal de Río Janeiro) un acuerdo por 30 años estableciendo el uso de un área para la creación de un Parque Tecnológico. En 1990 se firmó un acuerdo de Cooperación Científica con la UFRJ para la realización de programas y proyectos, asistencia técnica, servicios técnicos, promoción de eventos, cursos de formación, realización de trabajos para terceros y búsqueda conjunta de recursos públicos y privados, nacionales e internacionales. En 1990 se creó la primera empresa procedente del Instituto de Microbiología de la UFRJ, la empresa WL Inmunoquímica, instalada en la incubadora de Bio-Rio.

Actualmente la Fundación Bio-Rio es dirigida por el Consejo y por la Presidencia. El Consejo está compuesto de 13 miembros: UFRJ (03), FIOCRUZ (01), Estado RJ (01), Prefectura RJ (01), FIRJAN (01), ACRJ (01), FLUPEME (01), ABRABI (01), SEBRAE/RJ (01) y empresas del Polo Bio-Rio.

Los contratos con la Incubadora de Empresas permiten establecer un ambiente protector durante un periodo máximo de 5 años. Las empresas instaladas deben dedicarse a la investigación en biotecnología (manteniendo líneas de investigación integradas con los departamentos de la UFRJ) estando prohibida la actividad exclusivamente comercial.

Los resultados del Polo son bastante tímidos. La proximidad e implicación de investigadores del más alto nivel científico y tecnológico no son suficientes para que la biotecnología cree demanda para la propia biotecnología, es decir, que produzca una internacionalización de servicios y productos intermediarios de y para la biotecnología, que viabilicen clusters de innovación.

Los problemas van desde el tamaño de las empresas, acceso a financiación, identificación adecuada de segmentos de mercado, inserción en mercados de productos de química fina y de alto valor añadido y fácil importación.

• Empresas del Polo Bio-Rio

La empresa **Dalmatia** ofrece una línea de productos dermatológicos y cosméticos relacionados con la biotecnología moderna.

La empresa **M&N –Industria Farmacéutica** trabaja con cosméticos. Su línea más importante está relacionada con la producción de liposomas para tratamiento de la celulitis y capsaicina para el tratamiento de *Herpes zoster*.

Silvestre Laboratorios ofrece preparaciones farmacéuticas, medicamentos, productos de higiene, ensayos diagnósticos y odontología preventiva. Sus productos son: Dermazine, Dermacerium, Dentplaque, Silvedine, Silvex, Gelsept, Gelprev, Glutaraldeid, Vaselina, Creme de uréia y sabonete líquido. Importan algunos insumos y utilizan procesos de química orgánica.

Extracta: Su línea de investigación está en el desarrollo de moléculas naturales bioactivas. Obtienen su producto a través de la extracción de sustancias de plantas nativas para investigar principios activos para su eventual utilización en medicamentos y vacunas. Poseen un banco de biodiversidad conteniendo miles de sustancias obtenidas de las plantas (Banco Extracta de Biodiversidad Química).

Su objetivo principal es la obtención de patentes, así como medicamentos y vacunas. Posee contratos de transferencia de tecnología con universidades y empresas.

Los procesos utilizados son: caracterización, fraccionamiento y prueba de compuestos químicos contra dianas biológicas utilizados para la cura de enfermedades. Los equipamientos de análisis químico existentes incluyen: HPLC, LCMS, GG y HTS.

Baktron: Es una empresa de servicios. Produce kits de diagnóstico, medios de cultivo y reactivos bacteriológicos. Ofrecen también kits para control microbiológico de agua, alimentos, medicamentos, efluentes domésticos e industriales así como medios de cultivo para células animales y vegetales.

Atienden a empresas de la industria farmacéutica, química y alimentaria. Desarrollan también investigación en genómica (acción contra *Mycobacterium tuberculosis* – y bacterias resistentes en ambientes hospitalarios).

Ecobac Biotecnología es una empresa especializada en la producción de

productos de biodegradación de materia orgánica usados en el tratamiento de efluentes. El producto comercializado es el BIOTRAT, cuya función es el control de la polución ambiental para los mercados de minoristas y las industrias.

Utilizan procesos y ensayos de bio-incremento a partir de cepas NAM importadas de Francia y la adaptación del microorganismo.

Simbios Productos Biotecnológicos:

Inició sus actividades en 1993. Sus principales líneas de investigación se centran en estudios de Biología Molecular de agentes infecciosos de importancia en Medicina Humana y Veterinaria. La línea de investigación es en genética, biología molecular, tecnología de DNA recombinante ofreciendo servicios de diagnóstico *in vitro* e *in vivo*.

Sus campos de actuación son:

- En el campo de la salud humana, los proyectos implican identificación molecular de virus causantes de hepatitis (hepatitis B y C), Sida y de cáncer ginecológico, así como el desarrollo de metodologías diagnósticas y de acompañamiento de nuevos procedimientos terapéuticos para estas enfermedades.

En medicina veterinaria, identificación y caracterización molecular de agentes causantes de las principales patologías infecciosas de aves (*Salmonella*, *Micoplasma*, virus de bronquitis infecciosa, virus de la enfermedad de Gumboro, virus relacionados con neoplasias virales de aves) y cerdos (*Mycoplasma hyopneumoniae*, *Brachyspira* sp., *Lawsonia* sp., *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Bordetella* sp., *Mycobacterium* sp.).

FK (Cientec): Fundada en 1999. Trabaja en vacunas celulares anticáncer y en anticuerpos monoclonales (áreas de inmunología celular e inmunoquímica). Se trata de una empresa que trabaja en un área muy innovadora.

Las grandes oportunidades en el mercado de inmunodiagnósticos de Brasil está relacionadas con la utilización de PSA (marcador tumoral de cáncer de próstata), hepatitis, Sida, infarto de miocardio, enzimas cardíacas, detección de drogas y bancos de sangre.

Los principales clientes de FK son los laboratorios convencionales de análisis clínicos ligados a los Planes de Salud independientes y del mercado institucional.

7.5. Estudio de la Fundación Biominas

En Diciembre del año 2001 la Fundación Biominas realizó un estudio titulado "Parque Nacional de Empresas de Biotecnología" por encargo del Ministerio de Ciencia y Tecnología. En dicho estudio se realizaba un análisis exhaustivo del sector biotecnológico brasileño. Desde entonces no se ha editado ningún informe similar. Aunque el número de empresas se ha incrementado en los últimos tres años, las conclusiones siguen siendo vigentes en la actualidad.

En el estudio se divide Brasil en regiones: Sudeste, Sur, Centro Oeste, Norte y Nordeste. Del total de 304 empresas de biotecnología detectadas, la región Sudeste (Minas Gerais, Sao Paulo y Rio de Janeiro) aglutinaba 246 empresas (81% del total), siguiéndole la región Sur (Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul) con 27 empresas (9%), región Centro Oeste (Brasilia, Goiás y Mato Grosso do Sul) con 16 empresas (5%) y región Norte y Nordeste (Pernambuco, Bahía, Paraíba y Belém) con 9 empresas (3%).

El estado con mayor número de empresas era Sao Paulo, con 129 empresas, seguido de Minas Gerais con 89 empresas y Rio de Janeiro con 28 empresas.

El estado de Sao Paulo concentraba a las empresas suministradoras, con el 76% del total del país y con un amplio segmento de multinacionales, empresas públicas, de genéricos y agro (53% del total) y con un 46% de instrumentación. El estado de Minas Gerais está centrado en Salud humana (45%), Salud Animal (43%), Medio Ambiente (64%) y biomateriales y biomedicina (60%). El estado de Rio Janeiro está centrado en Salud Humana (16%) y multinacionales (14%). Los estados de Paraná y Brasilia se centran en Agrobiotecnología, poseyendo cada uno de ellos el 13,5% del total de empresas de agronegocios del país.

En cuanto a lo que se refiere a empresas de nueva creación, del total de 58 empresas incubadas, prácticamente la mitad (26) estaban ubicadas en Minas Gerais. De un estudio realizado sobre una muestra de 47 empresas (Start-ups, Nuevas y Maduras), 13 empresas tenían de 1 a 3 años de vida (28%), 11 empresas de 4 a 7 años (23%) y 23 empresas (49%) más de 7 años de vida. En cuanto al número de puestos de trabajo creados, en una muestra seleccionada de n=39 empresas, 16 empresas tenían de 1-10 empleados y 13 empresas de 11-49 empleados. De lo que se deduce que prácticamente el 75% eran empresas de muy reducido tamaño (micro o miniempresas). En un estudio realizado sobre el nivel de facturación en una muestra de n=50 empresas, la mitad de ellas no superaba la facturación de 2 millones de Reales por año.

7.6. El Estado de Minas Gerais

El estado de Minas Gerais es probablemente el más activo en el apoyo a la biotecnología. Un ejemplo de este desarrollo fue el nacimiento en 1976 de la primera empresa brasileña de biotecnología, BIOBRAS, un *spin-off* universitario. Cabe destacar la creación en 1990 de una entidad tecnológica de apoyo, una organización catalizadora y facilitadora de acciones de integración, difusión del conocimiento y de gobierno del sector: la Fundación Biominas.

En 1990 eran 7 las empresas de biotecnología en Minas Gerais. En la actualidad, el estado alberga a más de 80 empresas, incluyendo grandes empresas como Monsanto y Syngenta en el Triángulo Mineiro, NovoNordisk y Vallée en Montes Claros y Labtest y Diamed en la Región Metropolitana de Belo Horizonte.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y POR SEGMENTO DE MERCADO DE LAS EMPRESAS BIOTECNOLÓGICAS EN MINAS GERAIS – 2004

| Ciudad Segmento de Mercado | BH N=52 (69%) | Viçosa N=8 (11%) | Triángulo N=6 (8%) | JF N=3 (4%) | Otras N=6 (8%) | TOTAL N=75 (100%) |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Salud Humana | 37 | - | - | 2 | 3 | 42 |
| Salud Animal | 8 | 1 | 2 | - | - | 11 |
| Agroneg. | 1 | 4 | 3 | - | 1 | 9 |
| Medio Ambiente | 3 | 1 | 1 | - | 2 | 7 |
| Biología Molecular | 2 | 2 | - | - | - | 4 |
| Otros | 1 | - | - | 1 | - | 2 |
| TOTAL | 52 | 8 | 6 | 3 | 6 | 75 |

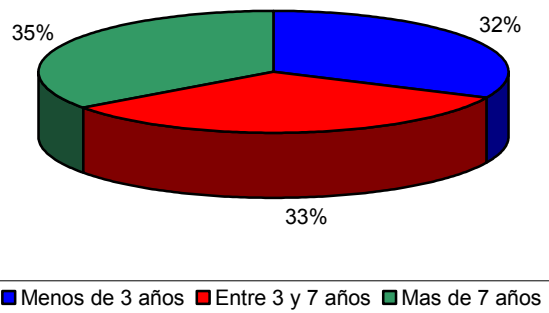
Fuente: Investigación Gain/Biominas, 2004.

En 1999, un estudio realizado por McKinsey y Co. para la Federación de Industrias de Minas Gerais – FIEMG, confirmó la existencia de un "embrión de cluster" de biotecnología en la región de Belo Horizonte.

Es importante destacar la constante colaboración de la Universidad Federal de Minas Gerais-UFGM y el apoyo de los gobiernos del estado y municipal, a través de la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología de Minas Gerais y de la Prefectura de Belo Horizonte. Iniciativas destacadas por parte de estas instituciones son la construcción, en 1997, de la Incubadora

de Empresas de Base Tecnológica, considerada una de las mejores de Brasil, y la implementación del Parque Tecnológico, en fase final de construcción y con la expectativa de albergar a muchas de las distintas empresas que hoy pasan por procesos de incubación y preincubación.

EDAD DE LAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA EN MINAS GERAIS. AÑO 2004



Fuente: Diagnóstico de la Industria de Biotecnología en Minas Gerais. Fundación Biominas. Enero 2005

Otra iniciativa institucional de gran impacto en el sector de la biotecnología mineira y brasileña, de repercusión nacional e internacional, ha sido la realización de los eventos BioBrasil 2002 y 2004, los Encuentros de Negocios AL Invest y Congresos Internacionales de Biotecnología, realizados en Belo Horizonte, a través del Sistema FIEMG.

8. Propiedad Industrial en Biotecnología

El INPI es el organismo encargado del análisis y concesión de patentes y está ubicado en Rio de Janeiro.

Algunas universidades y centros de investigación ya cuentan con departamentos especializados en patentes. Algunos de ellos ya cuentan con bastante experiencia, bien sea trabajando dentro de la propia universidad o institución, bien sea trabajando en el exterior. Entre ellos están la Coordinación de Gestión Tecnológica de la Fundación Oswaldo Cruz y el área de propiedad intelectual de CENPES (Petrobrás). Otros organismos relacionados con la propiedad intelectual, como REPICT, a pesar de su juventud (2003), están desarrollando una importante actividad en esta área.

Por su parte, los empresarios brasileños recurren a consultorías y firmas privadas especializadas en materia de propiedad

intelectual. Brasil cuenta con especialistas altamente cualificados en este sentido. La utilización de estos servicios por parte de universidades e instituciones de investigación no privados, es muy reducida.

El número de patentes solicitadas y concedidas no guarda correlación con el peso de la investigación que se realiza en las universidades e instituciones del país, así como con el elevado número de publicaciones nacionales e internacionales de la ciencia brasileña relacionada con biotecnología.

Es importante destacar que, contrariamente a la opinión de muchos, es posible patentar en Brasil resultados de investigación relacionados con productos de la naturaleza. Cada caso debe ser analizado de manera individual, y no caben las generalizaciones.

INDICADORES DE PROPIEDAD INTELECTUAL (1995-1999)

| Patentes | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | Total |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| Depósitos de pedidos en Brasil | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 15 | 31 |
| Depósitos de pedidos en el Exterior | 0 | 11 | 0 | 12 | 11 | 5 | 49 |
| Patentes concedidas en Brasil | - | 1 | 1 | 7 | 0 | 3 | 12 |
| Patentes concedidas en el Exterior | - | - | 3 | 10 | 1 | 3 | 17 |
| Transferencia de Tecnología | 6 | 4 | 8 | 11 | 26 | Nd | 55 |

Fuente: Coordinación de gestión tecnológica de Fiocruz

En un estudio realizado por la Fundación Biominas en Diciembre del 2001, del total de empresas investigadas se presentaron en total 47 patentes, siendo 21 concedidas y 26 estaban en proceso de obtención. Sólo una de las 50 empresas estudiadas, con apenas 3 años de existencia, fue responsable de la solicitud de 13 patentes, un caso excepcional que se puede explicar por dos motivos: por un lado era una empresa apoyada por capital riesgo, y por otra parte era una empresa globalizada volcada en la exportación de sus productos.

Datos del INPI (Instituto de Propiedad Industrial) en el área de biotecnología farmacéutica hablan de 68 solicitudes de

patentes en 1996, 150 solicitudes en 1997 y 112 solicitudes en 1998.

Por lo que se refiere a fechas más recientes, datos del INPI referidos al periodo 2000-2004, hablan de 39 patentes concedidas y 92 patentes denegadas en el área de la biotecnología por año. En total, en el periodo 2001-2004, se obtuvieron 195 patentes en biotecnología y 460 fueron denegadas. Sin embargo, esas cifras no reflejan el régimen total de propiedad intelectual de Brasil en biotecnología; durante esos años se produjo un número superior de depósito de solicitudes que todavía estaban pendientes de ser analizadas por los examinadores de patentes.

9. Legislación en Biotecnología

Legislación Nacional

- Ley 9.279, de 14.5.1996 – Ley de Propiedad Industrial.
- Ley 10.196, de 14.2.2001 – Altera e incrementa los dispositivos de la Ley 9.279.
- Ley 8.974, de 5.1.1995 – **Ley de Bioseguridad**. Establece normas para el uso de técnicas de ingeniería genética y liberación al medio ambiente de organismos genéticamente modificados (OGM). Esta ley establece normas de seguridad y mecanismos de fiscalización en el uso de técnicas de ingeniería genética en la construcción, cultivo, manipulación, transporte, comercialización, consumo, liberación y evaluación de OGM, supervisando la protección de la vida y la salud del hombre, los animales y las plantas, así como con el medio ambiente.
- Decreto 1.752, de 20.12.1995 – Reglamenta la Ley 8.974 de 5.1.1995, y dispone sobre la vinculación, competencia y composición de la **Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio)** y de otras competencias.
- Instrucciones Normativas del CTNBio – Ministerio de Ciencia y Tecnología: Establecen normas para las actividades con OGMs y seres humanos.
- Ley 5.991, de 17.12.1973 – Dispone sobre el control sanitario del comercio de drogas, medicamentos, insumos farmacéuticos y otros.
- Decreto 98.830, de 15.1.1990 – Dispone sobre la recolección, por extranjeros, de datos y materiales científicos en Brasil.
- Medida Provisional 2.186-16, de 23.8.2001 – Reglamenta las proposiciones interpuestas a la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB) que se refieren al acceso al patrimonio genético, la protección y acceso al conocimiento tradicional asociado, la repartición de beneficios y el acceso a la tecnología y la transferencia de tecnología para su conservación y utilización.
- Ley 6.360, de 23.9.1976 – Dispone sobre la vigilancia sanitaria a la que están sujetos los medicamentos, las drogas, los insumos farmacéuticos y relativos, cosméticos, sanitarios y otros productos.
- Ley 9.782, de 26.1.1999 – Define el Sistema Nacional de Vigilancia Sanitaria y crea la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria.
- Decreto 3.871, 18.7.2001 – Disciplina y rotulación de alimentos envasados que contengan o sean producidos de OGM.
- Ley 4.785, de 6.10.1965 – Dispone sobre la fiscalización del comercio y uso de productos fitosanitarios.
- Ley 6.894, de 16.12.1980 – Modificada por la Ley 6934, de 13 de Julio de 1981. Dispone sobre la inspección y fiscalización de la producción y comercio de fertilizantes, correctivos, inoculantes, estimulantes y biofertilizantes destinados a la agricultura.
- Ley 7.802, de 11.7.1989 – Ley de Agrototoxicidad – Dispone sobre la investigación, experimentación, producción, embalaje y rotulación, transporte, almacenamiento, comercialización, promoción comercial, utilización, importación, exportación, registro, clasificación y fiscalización de agrotóxicos, sus componentes y afines.
- Decreto 22.114, de 4.5.1934 – alterado por el Decreto 5478 de 12 de Mayo de 1943. Regula la Defensa Sanitaria Vegetal y de todas sus actividades y funciones.

Situación Actual

Recientemente ha sido aprobada por el parlamento brasileño la nueva **Ley de Bioseguridad**. En fechas próximas será aprobada y firmada por el presidente. Esta Ley legislará sobre dos aspectos muy importantes para el desarrollo de la Biotecnología:

- El cultivo y comercialización de Organismos Genéticamente Modificados (OGM).
- La investigación con células troncales.

La implantación de la Ley de Bioseguridad supondrá un importante revulsivo al desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país.

Por otro lado, se ha aprobado una nueva **Ley de Innovación** con el objetivo de facilitar la transferencia de tecnología e integrar a los científicos en el mundo empresarial.

También existe una **Ley de Acceso a la Biodiversidad** que trata de regular y preservar uno de los grandes patrimonios del país. Incorpora normativa y legislación sobre plantas y microorganismos, así como el acceso y la explotación racional de los mismos.

10. Conclusiones

Brasil aparece como un nuevo actor destacado en el futuro de la biotecnología mundial. La situación geográfica del país en el cono sur americano, su considerable extensión y la presencia en el país de importantes recursos naturales representados por la biodiversidad más importante del planeta, así parecen confirmarlo.

La **bioprospección** racional permitirá obtener un elevado número de productos farmacéuticos, cosméticos y alimenticios, así como el descubrimiento de plantas y animales que puedan utilizarse en procesos industriales o en biorremediación.

Si tuviéramos que destacar un elemento de la nueva biotecnología brasileña, ese sería la existencia de las **redes de excelencia** en investigación de genómica, proteómica y bioinformática. Dichas redes agrupan a universidades, instituciones, grupos de investigación y empresas, públicos y privados, entorno a proyectos comunes de secuenciación e investigación de diferentes organismos vivos de interés por su relevancia social y económica.

El **sector empresarial** es el más importante de Latinoamérica, y agrupa a más de 400 empresas que aplican tecnologías modernas en biotecnología. Si se amplía la definición de biotecnología, incluyendo a empresas más clásicas del sector farmacéutico y alimentario, este número podría llegar a 2500 empresas. Los sectores agropecuario y de salud humana son los más importantes. La

mayoría de las empresas se concentra en Sao Paulo, Minas Gerais y Río de Janeiro.

El escaso número de **patentes** no se corresponde con el potencial investigador, fruto de una ausencia eficaz en la transferencia de tecnología desde el mundo académico al empresarial. En total, en el periodo 2001-2004, se obtuvieron 195 patentes en biotecnología y 460 fueron denegadas.

El gobierno federal y los gobiernos de los diferentes estados, están desarrollando una política muy activa para impulsar la biotecnología. Los **organismos** de mayor apoyo a la biotecnología estarían representados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) con diferentes programas de apoyo, el Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico E Tecnológico (CNPq), la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP), el EMBRAPA, el Ministerio de Sanidad, el Ministerio de Medio Ambiente, la Fundación Biominas y ANPROTEC, por citar a los más importantes.

Destaca la existencia de un **Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos** del MCT para articular las políticas de apoyo al sector.

Por último la legislación recientemente aprobada, la Ley de Bioseguridad sobre cultivos transgénicos e investigación con células troncales, así como la Ley de Innovación, permitirán el desarrollo de nuevos productos y servicios en biotecnología.

12. Anexos

Anexo I: Centros de Investigación

❖ Proyecto Genoma Brasileño

El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) y el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Técnico (CNPq) lanzaron en el año 2000 este proyecto con la participación entonces de 25 laboratorios de biología molecular distribuidos por todo el país y bajo la coordinación de **Andrew J. G. Simpson**.

El proyecto tiene como objetivo ampliar las competencias a nivel nacional en las actividades de descubrimiento, estudio y secuenciación del genoma. Para el análisis de las secuencias de nucleótidos y de proteínas, el proyecto cuenta con el apoyo del **Laboratorio de Bioinformática (LABINFO)** del **Laboratorio Nacional de Computación Científica** del **Ministerio de Ciencia y Tecnología (LNCC/MCT)**. Se denomina **Brazilian Genome - Instituto virtual de investigación genómica**. Los genes decodificados, entre ellos 11 secuencias polinucleotídicas con potencial biotecnológico, han sido depositadas en el banco de datos del Instituto Nacional de Salud Estadounidense (NIH - Genbank).

✚ Brazilian Genome - Instituto virtual de investigación genómica

Email: brgene@lncc.br

Página web: <http://www.brgene.lncc.br/>

El Instituto tiene dos líneas de investigación principales:

➤ **Chromobacterium violaceum**

Página Web: <http://www.brgene.lncc.br/cviolaceum/>

La secuenciación completa del genoma de la *Chromobacterium violaceum* fue lograda por el Consorcio Nacional Brasileño de Investigación Genómica, una red creada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) y el Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Técnico (CNPq) para el fomento el desarrollo de mano de obra cualificada en el campo de la genómica. **Comprende 25 laboratorios** de secuenciamiento distribuidos por todo el país, un **laboratorio de procesamiento de DNA**, un **centro de Bioinformática** y alrededor de **100 científicos**.

Su completa secuenciación revela múltiples posibilidades, incluidos varios caminos alternativos para la producción de energía y varias proteínas transportadoras, a la vez que modelos para la adaptación al estrés y motilidad y un extenso sistema de control sensible. El genoma contiene a su vez arrays de ORFs que codifican proteínas asociadas con la patogenicidad mamaria, involucrada en los casos graves de infección por esta bacteria.

Asimismo hay una serie de desconocidas, pero importantes enzimas y metabolitos secundarios incluidos fármacos y proteínas de resistencia a metales pesados, múltiples chitinasas y proteínas para la detoxificación de xenobióticos que podrían tener aplicación en el campo de la biotecnología.

➤ **Mycoplasma synoviae (MS)**

Página web: <http://www.brgene.lncc.br/indexMS.html>

Brasil es uno de los más importantes productores avícolas del mundo y para seguir manteniendo elevado niveles de producción y ganancias por exportación debe controlar de forma muy rigurosa las micoplasmas. Para ello, el control de la *Mycoplasma gallisepticum (MG)* y la *Mycoplasma synoviae (MS)* es vital. Estas se transmiten verticalmente a través de huevos contaminados por **pollos** infectados.

El Centro Nacional de Investigaciones en Aves y Porcinos de la EMBRAPA ha obtenido y caracterizado varias formas aisladas de MS Brasileña. El genoma de una de ellas será completamente secuenciado en este proyecto usando la técnica del "shotgun".

❖ Redes Regionales de Estudios Genómicos

El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), por medio del Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Técnico (CNPq), apoya la implantación de redes regionales para realizar estudios de genomas de organismos de interés social, económico y regional.

La creación de estas redes posibilita la incorporación de grupos con investigaciones de excelencia reconocida en el país, estimulando la realización de investigaciones en equipo y ampliando las oportunidades de formación y capacitación de recursos humanos, además de ofrecer financiación para el perfeccionamiento de la producción agropecuaria y soluciones a los problemas de salud y medioambiente.

Actualmente están organizadas **9 redes de investigación**, localizadas en varias regiones brasileñas:

🇧🇷 Red del Centro-Oeste

Contacto: Maria Sueli Soares Felipe UnB/IB

Email: msueli@unb.br

Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_centro.htm

Teléfono: 55 021 61307-2423

Dirección: Laboratorio de Biología Molecular, Instituto de Biología, Universidade de Brasilia, Brasilia, DF. Campus Universitario Darcy Ribeiro - Asa Norte, CEP 70910-900.

Línea de investigación:

- Secuenciamiento de la genómica funcional del hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, causante de micosis endémica.
- Proyecto: Genoma Funcional y Diferencial de *Paracoccidioides brasiliensis*.

El **objetivo general** del proyecto es mapear el genoma funcional del hongo *Paracoccidioides brasiliensis*. Estudiando los genes que potencialmente ejercen funciones relacionadas con su virulencia y patogenicidad.

La red se ha formado para incrementar la capacidad del país en el área estratégica de la biotecnología especialmente en dos estados: **Mato Grosso y Mato Grosso do Sul**. Se ha depositado más de 3.938 ESTs en el NCBI-dbESTs.

Se han contraído nuevas bibliotecas del micelio y se han secuenciado más de 5.000 ESTs del micelio, utilizándose los resultados en el estudio fármacos.

🇧🇷 Red Genoma del Estado de Minas Gerais

Contacto: Naftale Katz

Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_minas.htm

Teléfono: 55-31-295-3566

Dirección: Laboratory of Schistosomiasis, Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz-Fiocruz, Av. Augusto de Lima, 1715, 30190-002, Barro Preto, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma del parásito causante de la Esquistosomiasis.
- Proyecto: creación de una red de genoma en el Estado de Minas Gerais.

La red está utilizando el genoma del *Schistosoma mansoni* como modelo, con el objetivo de obtener un mapa de la expresión génica de este microorganismo en diferentes situaciones.

🚩 Red Genoma de Nordeste - ProGeNe

Contacto: Paulo Paes de Andrade
Email: andrade@ufpe.br
Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_nordeste.htm
Teléfono: (55) 81 2126 8520
Dirección: Laboratorio de Genética Molecular de Dolencias Tropicales. Departamento de Genética. Facultad de Medicina. Centro de Ciencias Biológicas (CCB). Universidad de Pernambuco. Avda. Professor Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária. Pernambuco.
CEP 50732-970

Líneas de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma del parásito de la Leishmaniosis.
- Proyecto: Secuenciamiento de *Leishmania chagasi*.

El **objetivo** de la red es estudiar los genes de la *Leishmania chagasi* de forma que faciliten la identificación de vacunas y fármacos que posibiliten el control de la enfermedad en seres humanos y animales.

🚩 Programa de Implantación del Instituto de Biología Molecular de Paraná

Contacto: Samuel Goldenberg
Email: sgoldenb@tecpar.br
Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_parana.htm
Teléfono: (55) (41) 316-3230
Dirección: Instituto de Biología Molecular do Paraná – IBMP. Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader, 3775, Curitiba, PR - CEP 81.350-010

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del gen de la *Trypanosoma Cruzi*.
- Proyecto: Genómica funcional del proceso de diferenciación celular de *Trypanosoma cruzi*: Selección y caracterización de nuevos genes y análisis de nuevos compuestos quimioterápicos.

El principal **objetivo** del proyecto consiste en implantar un programa de búsqueda sistemática de genes que expresen la regulación de la diferenciación celular de *Trypanosoma cruzi*, centrándose en la caracterización genómica funcional y en el mapeo de los genes expresados para el parásito en las distintas etapas del proceso de diferenciación celular (metacicloplasia).

🚩 Programa Genoma del Estado de Paraná - GenoPar

Contacto: Fábio de Oliveira Pedrosa
Email: fpedrosa@bio.ufpr.br
Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_parana2.htm
Dirección: Núcleo de Fixação de Nitrógeno. Departamento de Bioquímica e Biología Molecular
Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. Rúa XV de Novembro, 1299. CEP: 80 060 000. Centro. Curitiba. Paraná.

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma de una bacteria fijadora de Nitrógeno.
- Proyecto: Genoma estructural y funcional de la bacteria fijadora de Nitrógeno endófito *Herbaspirillum seropedicae*.

El proyecto tiene como **objetivo** la determinación del genoma estructural y funcional de *Herbaspirillum seropedicae*. Estudios anteriores demostraron que *H. seropedicae* tiene un gran potencial como biofertilizante nitrogenado, además de estimular el desarrollo de plantas para la producción de fitohormonas.

🌿 Programa de Implantación de Red Genoma en el Estado de Río de Janeiro – RioGene

Contacto: Paulo Cavalcanti Gomes Ferreira
Email: ferreira@fgv.br
Teléfono: (55) (21) 25595840
Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_riogene.htm
Dirección: Fundação Getúlio Vargas - RJ, Instituto Brasileiro de Economia, Escola de Pós-Graduação em Economia. Praia de Botafogo, 190/1100, Botafogo, 22253-900- Río de Janeiro.

Línea de investigación:

- Secuenciamiento del genoma de una bacteria fijadora de Nitrógeno.
- Proyecto: Secuenciamiento del genoma de *Gluconacetobacter diazotrophicus*.

El proyecto tiene por **objetivo** secuenciar el genoma de la bacteria fijadora del nitrógeno *Gluconacetobacter diazotrophicus*, asociada a productos de importancia agrícola como son la caña de azúcar, café, patata y palmera. Además e su importancia como organismo fijador del nitrógeno, esta bacteria produce sustancias promotoras del crecimiento vegetal y sustancias de interés industrial (ácido glucónico), resultantes de sus procesos metabólicos.

🌿 Ampliación de la Red de Genómica del Estado de Bahía

Contacto: Gonçalo Amarante Guimarães Pereira
Email: goncalo@unicamp.br
Teléfono: (55) (19) 3788-6238
Página web: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/rede_bahia.htm
Dirección Laboratorio de Genómica e Expressão-UNICAMP. Instituto de Biología. Departamento de Genética e Evoluçã. Bloco H 2 andar. CEP: 13083970 Campinas-SP.

Línea de investigación:

- Secuenciación del genoma de la "vassoura de bruxa" o "escoba de bruxa"
- Proyecto: estudio del genoma del hongo *Crinipellis pernicioso* causante de la enfermedad "vassoura de bruxa" en plantaciones de cacao.

El hongo *Crinipellis pernicioso* es el causante de una enfermedad conocida como "escoba de bruxa". El objetivo del proyecto es conocer los genes relacionados con la patogenicidad del hongo y con la resistencia del cacauero.

🌿 Red de Amazonia Legal de Investigaciones Genómicas - REALGENE

Contacto: Spartaco Astolfi Filho
Email: sastolfi@fua.br ppgbiotec@ufam.edu.br
Teléfono: (55) (092) 647-4018/4230
Página Web: <http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/realgene.htm>
Dirección UFAM -Universidade Federal do Amazonas/Centro de Apoio Multidisciplinar Laboratorio de Tecnologias de DNA Avda. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000 Aleixo-Manaus AM Cep: 69077-000.

Líneas de investigación:

- Red Norte: Secuenciamiento del genoma del Guaraná
- Proyecto: Análisis genómico de la *Paullinia cupana* o guaranazeiro.

El **objetivo** de este proyecto es organizar una red de laboratorios en la región de Amazonía Legal que se dedicará en un primer momento al secuenciamiento del genoma del guaranazeiro. El **guaraná** (*Paullinia cupana*) es una planta nativa de la Amazonía, de gran potencial económico, que se encuentra principalmente al este del estado de Amazonía, lindando con Pará.

🌱 Programa de Investigación de Genomas Sul – PIGS

Contacto: Arnaldo Zaha
Email: zaha@dna.cbiot.ufrgs.br
Teléfono: (55) (51) 3316 6054
Página web: <http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/pigs.htm>
Dirección Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Biotecnología, Laboratorio de Biología Molecular de Cestódeos. Av. Bento Gonçalves, 9500. Facultad de Agronomía. 91501970- Porto Alegre, RS. Caixa-Postal: 15005.

Línea de investigación:

- Red Sul: Secuenciamiento de *Mycoplasma hyopneumoniae*.
- Proyecto: Red Sur de Análisis de Genomas y Biología Estructural.

El proyecto va a formar una Red Sur de Análisis de Genomas y Aplicaciones con el objetivo de implantar una infraestructura y capacitar recursos humanos en el área de la genómica en los estados de Río Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

El área escogida para el estudio es Salud Animal, y más concretamente agentes infecciosos. Una de las enfermedades principales en cuanto a importancia económica de la cabaña porcina brasileña es la **pulmonía micoplásmica suína (PMS)**, causada por *Mycoplasma hyopneumoniae*. Permitirá el análisis y selección de secuencias y proteínas importantes para su diagnóstico, así como para el desarrollo de vacunas.

❖ Ludwig Institute for Cancer Research en Sao Paolo

Contacto: Ricardo Renzo Brentani (Director) y Juçara Parra
Email: rbrentani@ludwig.org.br y jparra@ludwig.org.br
Página web: <http://www.ludwig.org.br/> <http://www.compbio.ludwig.org.br/ORESTES/>
Teléfono: 55 11 3388-3200
Dirección: R. Prof. Antonio Prudente, 109 - 4th Floor – Liberdade. Sao Paolo. CEP 01509-010

Cuenta con distintos **laboratorios**:

- Laboratorio de Biología Celular y Molecular BCM.
- Laboratorio de Biología Computacional BIOCAMP.

➤ Contacto: Sandro José de Souza
Email: sandro@ludwig.org.br
Página web: <http://www.compbio.ludwig.org.br/>
Líneas de Investigación: Proyecto de Genoma de Cáncer Humano

- Laboratorio de Genética del Cáncer GNC.
- Laboratorio de Inflamación LABRI.
- Laboratorio de Análisis de la Expresión de Genes LGEA.
- Laboratorio de Genómica y Biología Molecular LMBG.

➤ Líneas de investigación:

- ❑ Anteriores:
 - HPC-1 Transcript Map
 - Human Cancer Genome Project
 - New Transcripts on Chromosome 21
 - Transcript Finishing Initiative
 - *Xylella fastidiosa* Genome Project
- ❑ Actuales:
 - ADAM Family and Cancer
 - Alternative Poly-A Sites

- Cancer Testis Antigens
- CPG islands
- Differential Methylation - AP-PCR
- Differential Methylation DMH
- MPSS cErBb2
- National Genome Project

□ Laboratorio de Virología VRG

❖ Laboratorio de Bioinformática (LBI)

Contacto: Joao Carlos Setúbal

Email: setubal@ic.unicamp.br

Página Web: <http://www.lbi.ic.unicamp.br/>

Teléfono: 55 19 3788-5853

Dirección: Institute of Computing (IC), Universidad de Campinas (UNICAMP). Avda. Albert Einstein 1251 –sala 72- CP 6176. CEP: 13084-971. Campinas. SP.

Líneas de investigación:

- Schistosoma mansoni EST Genome Project
- ONSA Agricultural and Environmental Genomes
- Leifsonia xyli subsp. xyli
- Leptospira interrogans serovar Copenhageni (desde marzo del 2004)
- Café Genome Project
- Xylella fastidiosa / Pierce's Disease
- Agrobacterium tumefaciens C58 Genome Project
- Xanthomonas axonopodis pv. citri and Xanthomonas campestris pv. campestris Genomes Project
- Xylella fastidiosa Genome Project
- Caña de Azúcar EST Genome Project
- Human Cancer Genome Annotation Project
- Gracilaria tenuistipitata EST Genome Project
- Gracilaria tenuistipitata Chloroplast Genome Project

❖ Agencia Gubernamental de Investigaciones Agrícolas Brasileña o EMBRAPA

Contacto: Alan Carvalho Andrade

Email: alan@cenargen.embrapa.br

Teléfono: 55 61 448-4700

Página Web: <http://www.cenargen.embrapa.br/index.html>

Dirección: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Parque Estação Biológica – PqEB-Av. W5 Norte (final). Caixa Postal 02372 - Brasília, DF

Forma parte del Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cuenta con una sección de "**Recursos genéticos y de la biotecnología**". Actúa como una unidad descentralizada de la investigación básica.

Tiene como misión "*hacer posibles las soluciones tecnológicas para el desarrollo sostenible del agronegocio brasileño, asegurar la conservación, la valoración y del uso de los recursos genéticos, generados, adaptando y transfiriendo conocimientos y tecnologías, en la beneficio de la sociedad*".

La tecnología fue incorporada como una misión del **Centro Nacional de Investigaciones de Recursos Genéticos** (hoy EMBRAPA), en 1986.

Dada la importancia actual de la biotecnología para el proceso de producción y para las necesidades de una estructuración gerencial mas adecuada de estas actividades, fue creada, en el año **2004** el **Núcleo Temático de Biotecnología**.

Visión de futuro: Ser un núcleo de excelencia en añadir valor a os recursos genéticos, por mediación de la generación de conocimientos, tecnologías y productos.

El Núcleo tiene como **misión** generar alternativas biotecnológicas para los sistemas de producción, que contribuyan al crecimiento sostenible de la agricultura nacional y al mejoramiento de la alimentación y la salud.

La estrategia de investigación y desarrollo esta dirigida a los siguientes **objetivos globales**:

- Adición de valor a la biodiversidad
- Desarrollo de soluciones tecnológicas
- Establecimiento de sociedades de base tecnológica
- Generación y protección de conocimientos e innovaciones en biotecnología
- Transferencia de conocimientos, productos y tecnologías

Los **objetivos del núcleo de biotecnología** son:

- Desarrollo y aplicación de tecnología genómica, proteómica y de análisis bioquímico y biofísico para la identificación de características especiales, como sustancias bioactivas, generando alternativas para la diversificación de la producción y de los productos de alto valor añadido.
- Desarrollo y aplicación de tecnología de genoma funcional, proteoma, sistemas de bioinformática y post-genoma para la determinación de la función de los nuevos genes y sus constituyentes.
- Introducción de genes en plantas animales y microorganismos, generando nuevas especies de interés en agricultura.
- Caracterización de los mecanismos biológicos, asociados a la reproducción y desarrollo animal y vegetal, observando el establecimiento de procesos, productos e innovaciones tecnológicas.
- Desarrollo de tecnologías biológicas asociadas a la reproducción vegetal y animal, para la conservación, multiplicación y transformación genética.
- Desarrollo de sistemas de expresión génica en plantas, animales y microorganismos, como biofactorías moleculares, para la producción de compuestos de alto valor añadido.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de análisis molecular para la detección de plagas y dolencias y para garantizar la seguridad alimentaria y animal.
- Desarrollo de las nanotecnologías asociadas a la liberación controlada de fármacos y antígenos.
- Establecimiento de relaciones con las unidades de EMBRAPA, Centros de Investigación, Universidades y Empresas.
- Formación de RR.HH. en biotecnología por mediación de la realización de programas de post-graduación, iniciación científica, cursos y estudios de corta duración.

El programa de investigaciones del Núcleo de Biotecnología tiene como objetivo la **exploración de las variedades genéticas existentes en la biodiversidad**, utilizando herramientas avanzadas, añadiendo valor añadido, permitiendo la captación de conocimientos, procesos y productos.

Las **principales líneas de investigación** se encuentran en las siguientes áreas:

Biotecnología para la Reproducción Animal

Teléfono: 55 61 448-4700

Página web: <http://www.cenargen.embrapa.br/biotec/reproducao.html>

Dirección: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Parque Estação Biológica – PqEB- Av. W5 Norte (final). Caixa Postal 02372 - Brasília, DF

Las investigaciones en el área de reproducción animal de EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología tienen como objetivo el **desarrollo de herramientas biotecnológicas que permitan la preservación y la multiplicación de germoplasma de interés para los programas de conservación y mejoramiento animal**.

Además de lo dicho, los estudios relativos a la **prospección de genes de interés** y la **producción de animales transgénicos** también forman parte de los proyectos conducidos en esta área. La estrategia de acción es buscar la innovación tecnológica. En virtud de los resultados ya alcanzados, EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología es el **Centro de Referencia de la ONU** para Agricultura y Alimentación para estos asuntos.

Dispone de las siguientes tecnologías para el **uso inmediato**:

- Exámenes andrológicos
- Criopreservación de semen
- Transferencia de embriones bovinos
- Bipartición de embriones
- Criopreservación de embriones
- Identificación del sexo de los embriones
- Citogenética de donantes y reproductores

Ahora **se encuentran desarrollando**:

- Criopreservación de ovocitos
- Criopreservación e uso de células espermáticas primordiales
- Inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI)
- Obtención y congelamiento de folículos ováricos pre-implantación (FOPA)
- Clonación de embriones
- Producción de animales transgénicos

Bioinformática

Contacto: Marcos Mota Costa
Email: mcosta@cenargen.embrapa.br
Teléfono: 55 61 448-4741
Página Web: <http://asparagin.cenargen.embrapa.br/pt/>
Dirección: Embrapa - Recursos Genéticos e Biotecnología, Laboratorio de Bioinformática. Parque Estação Biológica Final Av. W5 Norte-Brasília-DF
CEP: 70770-900-Caixa postal-02372

Los **objetivos** de esta área son:

- Desarrollo de sistemas de bases de datos para el soporte de los proyectos de genómica y proteómica (almacenamiento, recuperación y análisis de secuencias).
- Investigación, desarrollo y prestación de servicio en las áreas de modelamiento funcional, dinámica y determinación de estructuras tridimensionales de proteínas.
- Descubrimiento y desarrollo de nuevas herramientas y soluciones para los problemas de esta área.
- Dar apoyo a los investigadores de las áreas de genómica y proteómica.

Genoma Banana

Contacto: Manoel Teixeira Souza Júnior (Líder de Proyecto)
Email: msouza@cenargen.embrapa.br
Página web: <http://genoma.embrapa.br/musa>
Teléfono: 55 61. 4484722
Dirección: EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnología. Final Av. W/5 Norte, Asa Norte, Brasilia. Cep: 70.770-900, DF

El *consorcio global MUSE Genomics* (GMGC) fue constituido en julio de 2001 durante la reunión llevada a cabo en la Fundación Científica Nacional (NSF) en Arlington, Virginia EE.UU. Este consorcio es coordinado por PROMUSA (Programa Internacional para la Mejora de la Musa), de que es un programa del INIBAP (Red Internacional Para La Mejora Del Banana y del Plátano).

Musagene tiene como **objetivo** descifrar el genoma de la *Musa acuminata* y garantizar el sustentabilidad de la cultura del plátano como el alimento básico para la

población mundial. El entendimiento de la genética y genómica, permitirá la elaboración de nuevas estrategias para la mejora genética y la modificación genética.

Brasil participa a través de Embrapa Recursos Genéticos y de biotecnología (Embrapa Cenargen) y de la Universidad Católica de Brasilia (UCB), y de la ayuda financiera de Embrapa, del UCB y del CNPq.

Genoma del café

Contacto: Alan Carvalho Andrade
Email: alan@cenargen.embrapa.br
Teléfono: 55 61 448-4700

Dirección: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnología. Parque Estação Biológica – PqEB- Av. W5 Norte (final). Caixa Postal 02372 - Brasília, DF

La Agencia Gubernamental de Investigaciones Agrícolas Brasileña o EMBRAPA (gracias a la financiación de la Fundación Nacional para el Desarrollo del Café o Funcafe) ha completado el mapa del genoma del *Coffea arabica* o café.

Con este descubrimiento se ha aumentando la resistencia a enfermedades y la tolerancia a condiciones ambientales adversas, mejorando la calidad del cultivo. Aun así, se desconoce en cuánto tiempo se conseguirá producir comercialmente las variedades mejoradas de café, que podrían disminuir los costos entre un 50 y 100% en productos agroquímicos y haría que la productividad aumentara entre un 30 y un 50%. Además, serían tolerantes a los herbicidas.

Los científicos de Embrapa, se encuentran ahora identificando la **composición genética de ácidos y nutrientes** del café, así como su **aroma y sabor**.

En agosto del 2004, la empresa anunció que tras dos años de trabajo había sido elaborado el primer mapa del ADN de la planta de café con 200.000 secuencias genéticas, identificando más de 30.000 genes que crean el sabor único del grano.

La base de datos genética del café contiene también la información sobre las variedades (robusta) del café, aunque sus secuencias genéticas no han sido mapeadas por separado. En Paraná, el Instituto Agronómico del Estado está investigando el desarrollo de los granos de café genético modificados (GMO) que resisten herbicidas más fuertes.

Estos mismos investigadores ya han secuenciado la caña de azúcar así como a la *Xylella fastidiosa*, una bacteria que ataca los naranjos. La investigación también se está conduciendo en secuenciar el hongo de la "Escoba de las brujas" causado por el hongo *Crinipellis pernicioso* que redujo agudamente las exportaciones de en Brasil en los años 90.

❖ **Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP)**

Contacto: Carlos Vogt (Presidente)
Email: redacao@fapesp.br
Teléfono: (55) 11 3838 4000
Dirección: R. Pío XI, 1500 - Alto da Lapa - CEP 05468-901 - Sao Paulo/SP

La FAPESP es una fundación del gobierno Paulista de gran importancia y que dedica sus esfuerzos al apoyo de los investigadores. Uno de sus programas de innovación tecnológica es el Programa Genoma.

❖ **Programa Genoma-Fapesp**

Página Web: <http://watson.fapesp.br/onsa/Genoma3.htm>

Es un Instituto de Genoma **virtual**, la red ONSA, que comprende **más de 50 laboratorios**, trabaja actualmente en los siguientes proyectos genoma:

- El genoma completo de dos bacterias de **patógenos vegetales**, cada una de ellas responsable por serias enfermedades que afectan las plantaciones de **cítricos** en el Estado de Sao Paulo: la "*Xylella fastidiosa*" y la "*Xanthomonas campestris*".
- El **Proyecto Genoma del Cáncer Humano** (en colaboración con el **Instituto Ludwig** para la Investigación del Cáncer) cuyo objetivo es **mapear la secuencia de genes que se expresan en células cancerígenas**.
- El **Proyecto Caña de Azúcar** para la secuencia de genes que se expresan en la caña.
- Proyecto para la secuenciación del **Schistosoma mansoni**.
- Otros **20 laboratorios** participan en la "**Iniciativa de Genómica Funcional**", estudiando las funciones biológicas de los genes identificados en el proyecto genoma de la "*Xylella fastidiosa*".

Proyecto Xylella fastidiosa

El **equipo** está formado por:

- Coordinador general: *Andrew Simpson* del Ludwig Institute for Cancer Research, rama de Sao Paulo
- Coordinadores de Bioinformática: *João Meidanis* de la Universidad de Campinas y *João Carlos Setúbal* de la Universidad de Campinas.
- Responsables de los laboratorios centrales de secuenciación: *Fernando Reinach* de la Universidad de Sao Paulo y *Paulo Arruda* de la Universidad de Campinas.

Es una bacteria que causa una serie de enfermedades en plantas que son económicamente importantes.

La **financiación** para este proyecto fue proporcionado por las instituciones siguientes:

- *FAPESP* (soportando el 98% de los costes totales, a la vez que apoyaba otros proyectos genómicos)
- *CNPq* (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico)
- *Fundecitrus* (Fondo Paulista de Defensa de la Citricultura)

El secuenciamiento y análisis en este proyecto fueron realizados por una red 34 laboratorios de la biología y un centro de bioinformática, todos en el estado de São Paulo. La red fue establecida primero para este proyecto y se llama **Organización para el Secuenciamiento y Análisis de Nucleótidos (ONSA)**.

Proyecto Genoma de la Caña de Azúcar

El **equipo** está formado por:

- Coordinación general: *Paulo Arruda* de la Universidad de Campinas.
- Cooperación Internacional: *William Lee Burnquist* de Copersucar.
- Coordinación Bioinformática: *João Meidanis* de la Universidad de Campinas y *João Carlos Setúbal* de la Universidad de Campinas.

SUCEST es una red de laboratorios de investigación situados en el estado de Sao Paulo, fundado por Fapesp para completar el Programa Genoma y que forma parte de la red de ONSA.

El objetivo del proyecto es identificar 50.000 genes de la caña de azúcar. Actualmente, los proyectos de estudio del genoma de la caña de azúcar se están realizando también en Australia, África del sur y los EE.UU. En Australia y los EE.UU., los proyectos se centran principalmente en el mapeo y el uso de los marcadores de la DNA y la crianza.

La información generada por estos proyectos se ha utilizado en el mapeo comparativo de la familia de las **herbáceas** usando los marcadores comunes que cruzan por hibridación con la **caña de azúcar**, el **arroz**, el **maíz**, el **trigo**, la **cebada**, la **avena** y la **zahína**. Sin embargo la información obtenida hasta la fecha para la caña de azúcar es muy pequeña si se compara con la información necesaria para identificar y para caracterizar los loci que codifican rasgos de importancia fisiológica y agronómica. Los datos genéticos que regulan rasgos importantes de la diferenciación y desarrollo o del controlar, tales como metabolismo de la resistencia del parásito, del aminoácido y del azúcar, entre muchos otros, se podían identificar.

Proyecto Genoma Humano del Cáncer

El proyecto será coordinado por la rama que tiene en Sao Paulo el **Instituto de Ludwig** para la investigación de cáncer. Así, forman parte del **equipo**:

- Coordinador del Proyecto: *Andrew J.G. Simpson*.
- Coordinador de Bioinformática: *Sandro de Souza*.
- Coordinador del RNA: *Luis Fernando Reis Lima*.
- Coordinador de la Biblioteca: *Emmanuel Dias Neto*.
- Encargado del Proyecto: *Juçara Parra*.

FAPESP/LICR-HCGP es un programa para el descubrimiento de los genes humanos y la recopilación de las regiones de la codificación en seres humanos, basados en un novedoso método consistente en el *high throughput sequencing* de procesamiento de las estructuras abiertas de lectura en el ser humano. Constituye la segunda fase parte de la de la iniciativa de **ONSA**. Es la primera incursión del programa ONSA en la compleja área del secuenciamiento del genoma humano. También representa el primer proyecto de ONSA en el que formará una sociedad a iguales partes con **FAPESP** y una organización de investigación privada, el **Instituto de Ludwig para la investigación del Cáncer**.

El proyecto consistirá enteramente en **ordenar y analizar los fragmentos cDNA generados preferentemente de las porciones centrales de la codificación de genes humanos expresados**. Los fragmentos se llaman **ORESTES** (*Open Reading frame ESTs*) y se generan usando una estrategia desarrollada y patentada por el instituto de Ludwig. El ánimo del proyecto está dirigido a ensamblar los datos, con existentes en *GenBank* y *Unigene*. Los datos de la secuencia y los pORFs serán hechos públicos tras su depósito en *GenBank*. No se va a patentar los datos obtenidos de la secuenciación o los pORFs.

La secuenciación será realizada por cinco centros de secuenciación distintos, cada uno de los cuales está equipado de un secuenciador capilar de MegaBACE. Se van a realizar en:

- Instituto de Química, USP a cargo de *Sergio Verjovski*.
- Escola Paulista de Medicina, a cargo de *Marcelo Briones*.
- Facultad de Medicina, USP, a cargo de *Maria Aparecida Nagai*.
- Hemocentro, UNICAMP, a cargo de *Fernando Costa*.
- Facultad de Medicina, USP - Ribeirão Preto, a cargo de *Marco Zago*.

Proyecto Genoma del *Xanthomonas axonopodis*

Existen dos enfermedades que afectan el sector brasileño de la fruta cítrica: **cáncer de la fruta cítrica** y **clorosis abigarrada de la fruta cítrica (CVC)**. Esta última enfermedad es causada por la *Xylella fastidiosa*. Patógeno bacteriano cuyo genoma se ha secuenciado. El cáncer de la fruta cítrica ha sobrepasado CVC en los últimos años en cuanto a su extensión y en las pérdidas monetarias estimadas debido a las plantas dañadas y a los programas de protección de la fruta. El cáncer de la fruta cítrica es causado por el patógeno *Xanthomonas citri* (*Xanthomonas campestris pv citri* o *Xanthomonas axonopodis pv citri*).

El secuenciamiento del genoma del *X. citri axonopodis pv* y del *X. citri campestris pv* fue realizado en 13 laboratorios: dos laboratorios centrales de biología/secuenciación y once laboratorios de secuenciación.

- Uno de los laboratorios centrales está localizado en el **departamento de la bioquímica del instituto de la Química-USP** (coordinada por *Fernando C. Reinach, Ana C. R. da Silva, Ronaldo B. Quaggio, and Shaker Chuck Farah*).
- El otro está situado en el **departamento de la tecnología de UNESP en Jaboticabal** (coordinado por *Jesús A. Ferro*). Estos laboratorios eran responsables de generar las bibliotecas, para los clones y ensamblar el genoma. Fueron asociados a cada laboratorio central seis y cinco laboratorios de secuenciación respectivamente.
- La bioinformática fue llevada desde el **laboratorio de Bioinformática (LBI) en el Instituto de Computación de la Unicamp**, coordinado por *João Carlos Setubal and João Paulo Kitajima*.

Proyecto Genoma del Schistosoma mansoni

Contacto: Sergio Verjovski-Almeida

Email: verjo@iq.usp.br

Página Web: <http://verjo18.iq.usp.br/schisto/>

Teléfono: 55-11-3091-2173

Dirección: Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo. Avda. Prof. Lineu Prestes 748 sala 1200. 05508-000 Sao Paulo, SP

El proyecto del genoma del *Schistosoma* es parte de la **red de ONSA**. El proyecto comenzó el abril de 2001. Un total de 180.000 clones de EST fueron secuenciados. Bibliotecas de cDNA fueron generadas usando mRNA del *S. mansoni* y el método del RT-PCR de ORESTES.

Aproximadamente 25.000 ESTs fueron obtenidos de cada diversa etapa del ciclo vital del parásito incluyendo cercaria, schistosomula, gusano adulto (macho/hembra), huevos, miracidia y bolas del germen.

Proyecto de Microarray del *S. mansoni*:

- Es un proyecto financiado por FAPESP para construir microarrays de la DNA conteniendo 4.000 fragmentos del gen de *S. mansoni*. Éstos serán seleccionados entre los 14.000 genes que fueron identificados recientemente por el proyecto del genoma del EST del *S. mansoni*.
- Una de nuestras primeras metas será utilizar microarrays para hacer análisis a gran escala de la expresión del gen para caracterizar el efecto de hormonas durante el desarrollo y la maduración del *S. mansoni* desde cercaria a schistosomula. Esta considerado gozar de la colaboración de otros grupos de investigación a nivel mundial.

Proyecto de Genómica Agronómica y Medioambiental (AEG)

Contacto: Joao Carlos Setubal

Email: setubal@ic.unicamp.br

Dirección: Laboratorio de Bioinformática (LIB) del Instituto de Computación (IC) de la UNICAMP

Es un programa de la red **ONSA**. La parte de Bioinformática esta siendo desarrollada por el Laboratorio de Bioinformática (LIB) del Instituto de Computación (IC) de la UNICAMP, a cargo de *Joao Carlos Setubal*.

Esta dividido en cuatro **temas**:

- *Xylella fastidiosa*
- *Leifsonia xyli* subsp. *Xyli* (un fitoparásito de la Caña de Azúcar)
- Genoma del café
- *Leptospira interrogans*

Además se están desarrollando los siguientes estudios:

- Agrobacterium tumefaciens C58 Genome Project
- Xanthomonas axonopodis pv. citri and Xanthomonas campestris pv. campestris Genomes Project
- Xylella fastidiosa Genome Project (CVC strain)
- Caña de Azúcar EST Genome Project
- Human Cancer Genome Annotation Project
- Gracilaria tenuistipitata EST Genome Project
- Gracilaria tenuistipitata Chloroplast Genome Project

❖ Instituto Butantán

Contacto: Isaias Raw

Email: iraw@butantan.gov.br

Teléfono: 55 (011) 3726-7222

Página Web: <http://www.butantan.gov.br/>

Dirección: Instituto Butantán. Av. Vital Brasil 1500. 05503-900 - São Paulo - SP

El Instituto Butantán es un centro de investigación biomédica vinculado a la Secretaría de Salud del Gobierno de Sao Paulo. Localizado en el barrio de Butantã, al lado de la ciudad universitaria, es un centro de renombre internacional en investigaciones científicas. Posee una de las mayores colecciones de serpientes del mundo, compuesta por 54.000 ejemplares y es **el mayor productor nacional de sueros y vacunas**. El Instituto Butantán congrega diversos equipos multidisciplinares en laboratorios de investigación, en el *Hospital Vital Brasil*, en unidades de producción de vacunas y **biofármacos**.

El centro ha contribuido al primer secuenciamiento del genoma de un patógeno de plantas, como es la *Xylella fastidiosa*, y también en la descripción del transcriptoma humano.

✚ Centro de Biotecnología

Jefe de unidad: Paulo Lee Ho.

Email: hoplee@butantan.gov.br

Líder Científico: Isaias Raw.

Email: iraw@butantan.gov.br

Objetivo general de la unidad:

El Centro de Biotecnología fue creado en 1985 en respuesta al "*Plano de Auto-Suficiência em Imunobiológicos*" del Ministerio de Salud.

En colaboración con la División de Producción, nuevas plantas de producción fueron establecidas y sueros antivenenos fueron producidos con patrones internacionales de calidad.

Nuevos **proyectos** fueron creándose, resultando la producción y desarrollo de:

- Anticuerpos monoclonales anti-CD3 producidos por cultivo de células de mamífero y testadas con éxito en clínica en casos de rechaces de tejidos transplantados.
- Albumina humana derivada de placenta a pequeña escala. La purificación de otras proteínas a partir de placentas humanas también fue obtenida
- Una nueva vacuna Pertussis acelular utilizando una tecnología simple y efectiva que puede ser acoplada al proceso de producción de vacunas de pertussis celular convencional.
- Vesículas de la membrana externa (OMV) purificadas de cultivos de meningococo crecidas en fermentador de 60L para el desarrollo de vacuna contra la meningitis B y C.
- Vacuna recombinante contra la hepatitis B (representa uno de los productos más importantes y de alto impacto en la salud pública del país desarrollado por el Instituto).

- Eritropoyetina recombinante producida por cultivo de células de mamífero que también representa un producto desarrollado por el Instituto que es de gran impacto a nivel de salud pública.
- Surfactante pulmonar porcino producido por una tecnología innovadora que disminuirá la mortalidad de los neonatos y las secuelas ocasionadas en los neonatos.

Otros proyectos: El desarrollo de vacunas basadas en el uso de polisacáridos, como por ejemplo contra *Haemophilus influenzae* y *Streptococcus pneumoniae*. Nuevos vehículos para la liberación retardada de antígenos, fármacos y genes usando liposomas y microesferas están siendo investigadas.

Actualmente El centro prepara con herramientas de basadas en la biología molecular, vacunas y biofármacos recombinantes producidos por E. coli y BCG.

❖ **Fundación Oswaldo Cruz**

Contacto: Paulo Marchiori Buss (Presidente)

Email: buss@fiocruz.br

Teléfono: 55(021) 2598-4242

Página web: <http://www.fiocruz.br/>

Dirección: Av. Brasil, 4365 - Manguinhos, Río de Janeiro. CEP: 21.045-900

La Fundación Oswaldo Cruz-FIOCRUZ, está vinculada al Ministerio de sanidad, desarrollando sus actividades en el área de la ciencia y tecnología en salud, incluyendo actividades de investigación básica y aplicada, asistencia hospitalaria y ambulatoria de referencia, formulación de estrategias de salud pública, información y difusión, formación en recursos humanos, producción de vacunas, medicamentos, kits de diagnóstico, control de calidad y desarrollo de tecnologías para la salud.

❖ **Copersucar**

Contacto: Hermelindo Ruete de Oliveira (Presidente)

Teléfono: 55 11 6618-8166

Página web: <http://www.copersucar.com.br>.

Dirección: Copersucar - Cooperativa de Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. Rua Borges de Figueiredo, 237, 03110.900 - São Paulo - SP.

Copersucar es una de las mayores productoras de azúcar y alcohol del mundo. Con una línea de productos diversificados, modernas instalaciones y un puerto propio, la cooperativa tiene el objetivo de transformarse en el mayor productor y exportador mundial de azúcar. Con la calidad y las tecnologías aliadas en pos de conseguir incrementar la riqueza del país, Copersucar ha invertido cuantiosos esfuerzos en altas tecnologías, como es el caso que nos atañe, la biotecnología.

La línea mas importante apoya por Copersucar ha sido el **Proyecto Genoma de la Caña de Azúcar**. El resultado de estos esfuerzos se plasma en incrementar y mejorar la productividad y la calidad de este producto llave para muchos otros procesos y a la vez que aumentar la riqueza del país.

❖ **Centro Brasileiro Argentino de Biotecnología (CBABIO)**

Contacto: Fabio De Oliveira Pedrosa

Teléfono: 55 61 317-8003

E-mail: anacor@mct.gov.br

Página web: <http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/CBAB/Default.htm>

Dirección: Esplanada dos Ministerios, Bloco E, Sala 256. CEP 70.067.900 Brasilia DF

El Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnología (CBAB/CABBIO) fue creado desde el "Acta de Integración Bilateral" (Protocolo nº 9 - Biotecnología) por los gobiernos de Argentina y Brasil en 29/07/86 y 10/12/86, respectivamente. La meta es promover la integración para el desarrollo científico y tecnológico en actividades de interés común para ambos países.

Sus actividades se ven pasmadas en la Escola Brasileiro-Argentina de Biotecnología (EBAB) que mantiene una programación anual desde 1987. La Escuela ha impartido mas de 100 cursos de corta duración, ha organizado simposios y sesiones de trabajo, formando mas de 1.700 científicos brasileños e argentinos. El CBABIO esta relacionado al Ministerio de Ciencia y Tecnología - Secretaria de Desarrollo Científica, y al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico - CNPq como agencia financiadora.

Desde su creación el Centro ha financiado varios proyectos de desarrollo científico y tecnológico, totalizando una inversión de cerca de 5 millones de dólares en ambos países.

Líneas de investigación:

- Desarrollo de vacunas contra la tuberculosis humana y animal.
- Caracterización funcional y estructural de proteínas y dominios de RNA del virus del Dengue como posibles alternativas para el desarrollo de antivirales.
- Desarrollo de nuevas vacunas génicas de interés veterinario.
- Poliembriogénesis somática y zigótica en *Araucaria angustifolia* (BERT) O KTZE.
- Desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico para el virus del ajo, estudios epidemiológicos vigilando el control de virus y usando marcadores moleculares para mejorar los cultivos.
- Valoración biotecnológica de amiláceos: pre-tratamientos ácido fosfórico o enzimáticos y bioconversión a productos de mayor valor añadido (astaxantina, ácido láctico e bacteriocinas)
- Aplicación de marcadores moleculares en análisis epidemiológico del parásito causador de la Hidatidosis: *Echinococcus* sp.
- Caracterización biológica e molecular del virus del *Mal do Rio Cuarto* para determinar sus bases de control.
- Red Brasil-Argentina de desarrollo y optimización de tecnología de fermentación en estado sólido.
- Estudio epidemiológicos de tospovirus y desarrollo de estrategias de control vía plantas transgénicas utilizando genes virales y receptores de insectos implicados en las interacciones tripses/tospovirus.
- Optimización de la producción de la proteína osteogénica humana OP-levadura *Pichia pastoris*.
- Caracterización molecular de apomixia en gramíneas (*Paspalum* y *Brachiaria*).

❖ **Centro de Referencia en Información Ambiental (CRIA)**

Contacto: Márcio de Miranda Santos

Teléfono: 55 19 3288 0466

Email: mmiranda@cgee.org.br

Página web: <http://www.cria.org.br/>

Dirección: Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo. 13084-791 Campinas SP.

El objetivo del CRIA es la difusión de la información electrónica como herramienta para la organización de la comunidad científica y tecnológica del país. Disemina la información biológica de interés ambiental e industrial y con esto, esperanzas para contribuir directamente a la conservación y el uso sostenible de los recursos biológicos del Brasil. Una sociedad sostenible es una sociedad informada, donde varios diversos sectores producen y tienen acceso a la información de la alta calidad como base para la toma de decisión.

❖ **Proyecto BIOTA (Fapesp)**

Contacto: Carlos A. Joly

E-mail: cjoly@unicamp.br

Página web: <http://www.biota.org.br/info/index>

Es un proyecto del CRIA. El programa de investigación sobre la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad del Estado de São Paulo, llamado Biota/Fapesp, un instituto virtual de la biodiversidad, es el resultado de la integración de la comunidad científica en pos de un objetivo común. Tiene como objetivo contribuir hacia la puesta en práctica de la Convención sobre Diversidad Biológica dentro del estado de São Paulo.

❖ Centro de Estudios del Genoma Humano

Contacto: Márcio de Miranda Santos
Teléfono: 55 19 3288 0466
Email: mmiranda@cgee.org.br
Página web: <http://genoma.ib.usp.br/>
Dirección: Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo. 13084-791 Campinas SP.

El centro de investigación humano del genoma (CEGH) desarrolla una serie de actividades básicas y aplicadas en investigación así como proyectos educativos, y está confiado a un programa de la transferencia del conocimiento y de la tecnología. El personal principal de CEGH consiste en 11 profesores, científicos, doctores, y técnicos especializados. La mayoría de los estudiantes graduados, desarrollan su MSc o PhD bajo a supervisión de los miembros del personal y participan también en sus actividades asistenciales y de la investigación. El grupo tiene una experiencia amplia en humanos e investigan técnicas clásicas, cromosómicas, y moleculares de la participación y el estudio genético y antropológico de la diversidad humana de la población. La mayoría de sus miembros trabajan regularmente en tres clínicas para pacientes no internados, asesorando al departamento la biología, ahora situado en el centro, que han asistido a individuos afectados de más de 30.000 familias. Además de las instalaciones, los laboratorios y las aulas del departamento de biología de IBUSP, el CEGH ocupa un edificio separado con un área de cerca de 12.000 pies cuadrados. El edificio abarca laboratorios, salas de exploración, y un auditorio. Los costes de la operación del CEGH son compartidos por la universidad de São Paulo (USP) y por el FAPESP, que son responsable de mantener su infraestructura, de financiar los proyectos de investigación y del pago de sueldos de sus científicos y técnicos.

Ofrece los siguientes **servicios**:

- Exámenes Genéticos
- Consultas Genéticas
- Secuenciamento
- Microsatélites
- Purificación de PCR
- Extracción de DNA
- Análisis de SNPs
- Consultoría

Tiene las siguientes líneas de investigación:

- Bases moleculares de las dolencias genéticas
- Variabilidad molecular y evolución
- Mecanismos de diversidad en el crecimiento y en el desarrollo
- Líneas terapéuticas en dolencias neuromusculares
- Investigación en enseñanza de la Genética y biología molecular

❖ Centro de Referencia en Biomasa (CENBIO)

Contacto: José Goldemberg
Email: goldemb@iee.usp.br
Teléfono: (55 11) 3091-2655
Página web: <http://www.cenbio.org.br/in/index.html>
Dirección: Av. Professor Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária, Sao Paulo.

Fundado en 1996 tiene la principal **misión** de mejorar la generación energética desde biomasa a través de procesos eficientes. Se encuentra en la Universidad de Sao Paulo.

Líneas de Investigación:

- Comparación entre las tecnologías existentes de gasificación de biomasas en Brasil y otros países y formación de Recursos Humanos en la Región Norte.
- CARENSA – Red de recursos de la caña para África del Sur.
- Proyecto PROVEGAM: Implantación y evaluación de una unidad de demostración de uso energético de aceites vegetales.
- Generación de energía eléctrica desde un biogás mediante el tratamiento Sélter.
- Proyecto PUREFA.

❖ **Instituto Agronómico de Campinas (IAC)**

Contacto: Orlando Melo de Castro (Director)

Email: iacdir@iac.sp.gov.br

Teléfono: (55) (19) 3231-5422

Página Web: <http://www.iac.sp.gov.br/>

Dirección: Av. Barão de Itapura nº 1481 - Caixa Postal 28. 13020-902 - Campinas, SP

El Instituto Agronómico es un órgano del APTA – Agencia Paulista de Tecnología de los Agronegocios de la Secretaría de Agricultura y Abastecimiento (SAA), compuesta por 14 Centros, localizados en: Campinas, Cordeirópolis, Jundiaí y Ribeirão Preto, teniendo responsables por diversas áreas de investigación científica agrícola.

Los coordinadores de las actividades desarrolladas por los Centros son los Directores Técnicos de División, los cuales están subordinados a la Dirección General del Instituto. La Dirección General esta compuesta por un Director Técnico de Departamento. Los asesores de la Dirección General analizan y controlan el desarrollo de los proyectos de investigación, coordinan las indicaciones recibidas, establecen convenios y los recursos de la Secretaría de Agricultura y Abastecimiento, para mantener las actividades del IAC. La mayoría de los asuntos abordados son analizados por la Dirección General, que se encarga de administrar los recursos. Asimismo también realizan procedimientos para los asuntos internos, resueltos conforme con la legislación vigente.

Líneas de investigación:

- Cítricos
- Fitosanidad
- Caña de azúcar
- Ecofisiología y biofísica
- Granos y fibras
- Horticultura
- Suelos y Recursos Ambientales
- Recursos genéticos vegetales
- Café
- Frutas
- Ingeniería y automatización
- Jardín Botánico

❖ **Instituto Brasileño del Cáncer (INCA)**

Contacto: José Gomes Temporão

Email: conprev@inca.gov.br

Teléfono: 55(21) 2506 6103

Página Web: <http://www.inca.gov.br/>

Dirección: Instituto Nacional de Cáncer – INCA. Praça Cruz Vermelha, 23 – Centro. 20230-130 - Rio de Janeiro – RJ.

INCA es un órgano dependiente del Ministerio de Salud, con la misión de liderar la política contra el cáncer en el país, haciendo de la prevención y el control su gran objetivo que redunde en el incremento de la calidad de vida de la población.

Cuenta con los siguientes **centros**:

- Hospital do Câncer I
- Hospital do Câncer II
- Hospital do Câncer III
- Hospital do Câncer IV
- Centro de Transplante de Medula Ósea
- Coordenação de Ensino e Divulgação Científica
- Coordenação de Pesquisa
- Coordenação de Prevenção e Vigilância

La investigación es llevada a cabo en varias unidades del complejo del INCA, coordinadas desde el Departamento para la Coordinación de la Investigación. Los estudios se centran en aspectos básicos y su aplicación dentro de los campos de la biología celular, farmacología, genética y medicina experimental. Asimismo, este departamento es responsable de la dirección de los Ensayos Clínicos desarrolladas en las unidades de los hospitales del INCA.

Las principales líneas de investigación son:

- Citogenética y desordenes linfoproliferativos.
- Mecanismos de activación de la célula y su transformación
- Inmunología y biología molecular de HTLV
- Mapeo genético
- Farmacocinética de agentes antieméticos y antitumorales
- Ensayos clínicos en cáncer de colon, rectos, hígado y pulmón.

❖ Instituto biológico

Contacto: Antonio Batista Filho
Email: dg@biologico.sp.gov.br
Teléfono: (55) (011)50871700
Página Web: <http://www.biologico.sp.gov.br/>
Dirección: Instituto Biológico - Avenida Conselheiro Rodrigues Alves, 1.252 - Cep. 04014-002, São Paulo.

La **misión** del Instituto, como institución de investigación es generar y transferir conocimiento científico y tecnológico en las áreas de sanidad animal y vegetal mejorando la calidad de vida de la población y preservando el medioambiente.

Están incluidos en importantes proyectos de secuenciación de diferentes genomas.

Cuenta con los siguientes **centros**:

- Centro de investigación y desarrollo de protección ambiental
- Centro de investigación y desarrollo de sanidad animal
- Centro de investigación y desarrollo de sanidad vegetal
- Centro Experimental Central
- Centro Avanzado de investigación y desarrollo del agronegocio avícola
- Centro Transferencia del Conocimiento
- Centro Administrativo de investigación y desarrollo

❖ Instituto de Pesca

Contacto: Edison Kubo
Email: instituto@pesca.sp.gov.br
Teléfono: (55) (011) 3871-7552
Página Web: <http://www.pesca.sp.gov.br/default.php>

Está vinculado a la Secretaría de Agricultura y Abastecimiento del Estado de Sao Pulo. Desarrolla proyectos en las áreas de pesca y de acuicultura.

Tiene dos centros de investigación, información sobre la pesca en el litoral brasileño y la calidad del pescado.

❖ **Jardín Botánico de Rio de Janeiro**

Página Web: <http://www.jbrj.gov.br/>

Promueve estudios sobre las comunidades vegetales de las diversas regiones del país. Investiga asuntos relacionados con las biología y la tecnología de las semillas de las plantas nativas, flores, frutales, ornamentales y medicinales.

Presentan información sobre investigación, proyectos y eventos desarrollados en esta institución. Están especializados en orquídeas.

Anexo II: Selección de algunos de los proyectos de Biotecnología más relevantes

- ✚ **Proyecto:** Proyecto Genoma del *Chromobacterium violaceum*.

Director del proyecto: Andrew J. G. Simpson
- ✚ **Proyecto:** Proyecto Genoma *Mycoplasma synoviae*.

Director del proyecto: Andrew J. G. Simpson
- ✚ **Proyecto:** Secuenciamiento de la genómica funcional del hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, causante de micosis endémica.

Director del proyecto: Maria Sueli Soares Felipe
- ✚ **Proyecto:** Secuenciamiento del genoma del parásito causante de la Esquistosomiasis.

Director del proyecto: Naftale Katz
- ✚ **Proyecto:** Secuenciamiento del genoma del parásito de la Leishmaniosis.

Director del proyecto: Paulo Paes de Andrade
- ✚ **Proyecto:** Genómica funcional del proceso de diferenciación celular de *Trypanosoma cruzi*: Selección y caracterización de nuevos genes y análisis de nuevos compuestos quimioterápicos.

Director del proyecto: Samuel Goldenberg
- ✚ **Proyecto:** Genoma estructural y funcional de la bacteria fijadora de Nitrógeno endófito *Herbaspirillum seropedicae*.

Director del proyecto: Fábio de Oliveira Pedrosa
- ✚ **Proyecto:** Secuenciamiento del genoma de *Gluconacetobacter diazotrophicus*.

Director del proyecto: Paulo Cavalcanti Gomes Ferreira
- ✚ **Proyecto:** Estudio del genoma del hongo *Crinipellis pernicioso* causante de la enfermedad "vassoura de bruxa" en plantaciones de cacao.

Director del proyecto: Gonçalo Amarante Guimarães Pereira
- ✚ **Proyecto:** Análisis genómico de la *Paullinia culpana* o guaranazeiro.

Director del proyecto: Spartaco Astolfi Filho
- ✚ **Proyecto:** Secuenciamiento de *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Director del proyecto: Arnaldo Zaha

- ✚ **Proyecto:** [Biotecnología para la Reproducción Animal.](#)
Director del proyecto: Alan Carvalho Andrade
- ✚ **Proyecto:** [Desarrollo de la Bioinformática.](#)
Director del proyecto: Marcos Mota Costa
- ✚ **Proyecto:** [Genoma Banana.](#)
Director del proyecto: Manoel Teixeira Souza Júnior
- ✚ **Proyecto:** [Genoma Café.](#)
Director del proyecto: Alan Carvalho Andrade
- ✚ **Proyecto:** [Proyecto *Xylella fastidiosa*.](#)
Director del proyecto: Andrew John George Simpson
- ✚ **Proyecto:** [Proyecto Genoma de la Caña de Azúcar.](#)
Director del proyecto: Paulo Arruda
- ✚ **Proyecto:** [Proyecto Genoma Humano del Cáncer.](#)
Director del proyecto: Andrew J.G. Simpson.
- ✚ **Proyecto:** [Proyecto Genoma del *Xanthomonas axonopodis*.](#)
Director del proyecto: Fernando C. Reinach, Jesús A. Ferro, por João Carlos Setúbal y João Paulo Kitajima.
- ✚ **Proyecto:** [Proyecto Genoma del *Schistosoma mansoni*.](#)
Director del proyecto: Sergio Verjovski-Almeida.
- ✚ **Proyecto:** [Vacunas contra Pertussis y Adyuvantes.](#)
Director del proyecto: Paulo Lee Ho, Isaias Raw y Waldely de Oliveira Dias.
- ✚ **Proyecto:** [Polisacáridos capsulares y vacunas conjugadas.](#)
Director del proyecto: Viviane Maimoni Gonçalves, Paulo Lee Ho e Isaias Raw.
- ✚ **Proyecto:** [Liberación controlada de inmunógenos y fármacos. Microesferas y Liposomas.](#)
Director del proyecto: Maria Helena Bueno da Costa, Paulo Lee Ho e Isaias Raw.

✚ **Proyecto:** [Biofármacos purificados.](#)

Director del proyecto: Flávia Saldanha Kubrusly, Paulo Lee Ho e Isaias Raw.

✚ **Proyecto:** [Biotecnología molecular.](#)

Director del proyecto: Patrícia Antônia Estima Abreu, Paulo Lee Ho e Isaias Raw.

✚ **Proyecto:** [Genómica.](#)

Director del proyecto: Paulo Lee Ho e Isaias Raw.

Anexo III: Lista de científicos relevantes en Biotecnología

- Aranha Camargo, Luis Eduardo
- Arruda, Paulo
- Astolfi Filho, Spartaco
- Brentani, Ricardo Renzo
- Cavalcanti Gomes Ferreira, Paulo
- Chaimovich Guralnik, Hernán
- De Andrade, Paulo Paes
- De Oliveira Pedrosa, Fabio
- De Souza, Sandro José
- Ferro, Jesus Aparecido
- Goldenberg, Samuel
- Guimarães Pereira, Gonçalo Amarante
- Katz, Naftale
- Parra, Juçara
- Perez, Jose Fernando
- Raw, Isaias
- Reinach, Fernando
- Setúbal, Joao Carlos
- Simpson, Andrew John George
- Soares Felipe, Maria Sueli
- Verjovski-Almeida, Sergio
- Zaha, Arnaldo

Aranha Camargo, Luis Eduardo

Puesto:

- Profesor de la Universidad de Sao Paolo. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Fitopatología.

Dirección:

Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Fitopatología. Av. Padua Dias, 11. Agronomía. 13418900- Piracicaba, SP- Brasil- Caixa-Postal: 09

Email:

leacamar@carpa.ciagri.usp.br

Teléfono:

(55) (19) 34294124

Línea de Investigación:

- Identificación de marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) o a la Papaya Ringspot Virus, estirpe melancia, en melón (*Cucumis melo*).
- Agresividad y especialización fisiológica de la *Septoria tritici* aislada.
- Interacción entre resistencia a la *Septoria tritici* y estados fenológicos en el trigo
- Proyecto de investigación de la caña de azúcar. Año 2000.

Citaciones:

- Scirus: 13

Arruda, Paulo

Puesto:

- Profesor de genética en la Universidad de Campinas (UNICAMP)
- Miembro de la Academia Brasileña de Ciencias
- Miembro de la Orden Nacional de Merito Científico
- Coordinador del Centro de Biología Molecular e Ingeniería Genética en la Universidad de Campinas (UNICAMP)
- Coordinador del Proyecto Genoma de la Caña de Azúcar (SUCEST)
- Cofundador de la compañía Alellyx Applied Genomics

Dirección:

Departamento de genética. Universidad de Campinas (UNICAMP). Rua Ruy Vicente de Mello, 511.

Cidade Universitária - Campinas - SP - Brasil - 13084-050

Email:

parruda@unicamp.br

Línea de investigación:

- Secuenciamiento genómico
- Regulación de la expresión génica
- Ingeniería genética de plantas
- Estudios del metabolismo de aminoácidos en plantas de maíz (lisina)
- Establecimiento del Programa de Genoma en el Estado de Sao Paulo
- Determinación del genoma completo de la bacteria *Xyllela fastidiosa*
- Coordinación del proyecto del Genoma de la Caña de Azúcar (Proyecto SUCEST)
- Patentes sobre la tecnología para producción de hormonas de crecimiento e insulina humanas en plantas transgénicas

Citaciones:

Scirus: 25

Astolfi Filho, Spartaco

Puesto:

- Coordinador de la Red de Amazonia Legal de Investigaciones Genómicas – REALGENE.
- Profesor en el Laboratorio de Tecnologías del DNA en la Universidad Federal del Amazonas.

Dirección:

UFAM -Universidade Federal do Amazonas/Centro de Apoio Multidisciplinar Laboratorio de Tecnologías de DNA Avda. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000 Aleixo-Manaus AM Cep: 69077-000.

Email:

sastolfi@fua.br ppgbiotec@ufam.edu.br

Teléfono:

(55) (092) 647-4018/4230

Líneas de investigación:

- Red Norte: Secuenciamiento del genoma del Guaraná
- Proyecto: Análisis genómico de la *Paullinia culpana* o guaranazeiro
- Estudios sobre el núcleo del *Trypanosoma cruzi*
- Estudio de metagenoma en ambientes acuáticos de la Amazonía

Citaciones:

Scirus: 5

Brentani, Ricardo Renzo

Puesto:

- Director del Instituto Ludwig de Investigaciones sobre el Cáncer
- Director Presidente del Consejo Técnico Administrativo de la FAPESP
- Director Presidente del Hospital del Cáncer A.C. Camargo

Dirección:

R. Prof. Antonio Prudente, 109 - 4th Floor – Liberdade. Sao Paulo. CEP 01509-010

Email:

rbrentani@hcancer.org.br; rbrentani@ludwig.org.br

Teléfono:

55 11 3388-3200

Líneas de Investigación:

- Papel del nucleolo en el procesamiento del mRNA
- Caracterización del mRNAs de colágenos
- Procesos celulares y metástasis
- Diversos proyectos genoma

Citaciones:

Scirus: 1

Cavalcanti Gomes Ferreira, Paulo

Puesto:

- Coordinador del Programa de Implantación de Red Genoma en el Estado de Río de Janeiro –RioGene.

Dirección:

Fundação Getúlio Vargas - RJ, Instituto Brasileiro de Economia, Escola de Pós-Graduação em Economia. Praia de Botafogo, 190/1100, Botafogo, 22253-900- Río de Janeiro.

Email:

ferreira@fgv.br paulof@bioqmed.ufrj.br

Teléfono:

(55) (21) 25595840

Línea de investigación:

- Secuenciamiento del genoma de una bacteria fijadora de Nitrógeno.
- Proyecto: Secuenciamiento del genoma de *Gluconacetobacter diazotrophicus*.

Citaciones:

Scirus: 26

Chaimovich Guralnik, Hernán

Puesto:

- Vice Rector de la Universidad de Sao Paulo
- Miembro de Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP
- InterAmerican Network of Academies of Science, IANAS, Brasil
- Presidente de la Sociedad Brasileña de Bioquímica y Biología Molecular
- Fellow of the American Association for the Advancement of Science
- Miembro de la Ordem Nacional do Mérito Científico e Tecnológico.
- Director del Instituto de Química.

Dirección:

Universidad de São Paulo, Instituto de Química, Departamento de Bioquímica. Av. Prof. Lineu Prestes nº 748. Cidade Universitária. 05508-900- Sao Paulo, SP- Brasil- Caixa-Postal: 26077

Email:

hchaimo@usp.br; depqbq@quim.iq.usp.br

Teléfono:

(55) (11) 30913839

Línea de investigación:

- Sistemas Biomiméticos: Micelas y Vesículas como modelos
- Estudios Estructurales y Funcionales de Interfaces Modelo
- Interacciones de proteínas con membranas
- Proteína Desacopladora de la Mitocondria de Plantas-PUMP
- Fosfatasas ácidas de bajo peso molecular. Mecanismo y modelo

Citaciones:

Scirus: 2

De Andrade, Paulo Paes

Puesto:

- Director del Laboratorio de Genética Molecular de Dolencias Tropicales. Departamento de Genética. Facultad de Medicina. Centro de Ciencias Biológicas (CCB). Universidad de Pernambuco.
- Coordinador de la Red Genoma de Nordeste – ProGeNe.

Dirección:

Laboratorio de Genética Molecular de Dolencias Tropicales. Departamento de Genética. Facultad de Medicina. Centro de Ciencias Biológicas (CCB). Universidad de Pernambuco. Avda. Professor Moraes Rego, S/N - Cidade Universitária. Pernambuco. CEP 50732-970

Email:

andrade@ufpe.br

Teléfono:

(55) 81 2126 8520

Líneas de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma del parásito de la Leishmaniosis.
- Proyecto: Secuenciamiento de *Leishmania chagasi*.

Citaciones:

Scirus: 36

De Oliveira Pedrosa, Fabio

Puesto:

- Director del Centro Brasileiro Argentino de Biotecnología (CBABIO).
- Responsable de Programa Genoma del Estado de Paraná – GenoPar.
- Director Del Núcleo de Fijación de Nitrógeno. Departamento de Bioquímica e Biología Molecular Universidad Federal de Paraná.

Dirección:

Núcleo de Fixação de Nitrógeno. Departamento de Bioquímica e Biología Molecular Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. Rúa XV de Novembro, 1299. CEP: 80 060 000. Centro. Curitiba. Paraná.

Email:

fpedrosa@bio.ufpr.br

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma de una bacteria fijadora de Nitrógeno.
- Proyecto: Genoma estructural y funcional de la bacteria fijadora de Nitrógeno endófito *Herbaspirillum seropedicae*.

Citaciones:

Scirus: 8

De Souza, Sandro José

Puesto:

- Director del laboratorio de Biología Computacional del Instituto Ludwig de Investigaciones sobre el Cáncer.
- Profesor visitante del Centro de Bioinformática de la Universidad Nacional de Singapur.
- Director de la Fundación Antonio Prudente, Sao Paulo.
- Director, de la Sociedad Brasileña de Bioinformática y Biología Computacional.
- Posee tres patentes.

Dirección:

R. Prof. Antonio Prudente, 109 - 4th Floor – Liberdade. Sao Paulo. CEP 01509-010

Email:

sandro@bidu.ludwig.org.br

Teléfono:

55 11 3388-3200

Líneas de Investigación:

- Using ORESTES ESTs to mine gene cancer expression data
- The Human Anatomic Gene Expression Library (H-ANGEL), the H-Inv Integrative Display of Human Gene Expression across Disparate Technologies and Platforms.
- A bioinformatics analysis of alternative exon usage in human genes coding for extracellular matrix proteins.
- The use of Open Reading Frame ESTs (ORESTES) for analysis of the honeybee transcriptome.
- Dissection of the human spliceosome through bioinformatics and proteomics tools.
- Identification of 9 novel transcripts and two RGSL genes within the hereditary prostate cancer region (HPC1) at 1q25.

Citaciones:

Scirus: 25 (1+24)

Ferro, Jesus Aparecido

Puesto:

- Coordinador del departamento de Tecnología en el laboratorio de Bioquímica y de Biología Molecular (LBM) de la Universidade Estadual Paulista-UNESP

Dirección:

Departamento de Tecnologia Laboratório de Bioquímica e de Biología Molecular (LBM)
Universidade Estadual Paulista-UNESP 14.870-000 - Jaboticabal, SP

Email:

jesus@fcav.unesp.br

Teléfono:

(55) (16)3209-2675

Líneas de investigación:

- Biotecnología Animal
- Genoma e Ingeniería de Proteínas
- Proteínas de estrés en Aves

- Crecimiento y desarrollo animal

Goldenberg, Samuel

Puesto:

- Director del Instituto de Biología Molecular do Paraná – IBMP.
- Coordinador del Programa de Implantación del Instituto de Biología Molecular de Paraná.

Dirección:

Instituto de Biología Molecular do Paraná – IBMP. Rua Prof. Algacyr Munhoz Mader, 3775, Curitiba, PR - CEP 81.350-010

Email:

sgoldenb@tecpar.br

Teléfono:

(55) (41) 316-3230

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del gen de la *Trypanosoma Cruzi*.
- Proyecto: Genómica funcional del proceso de diferenciación celular de *Trypanosoma cruzi*: Selección y caracterización de nuevos genes y análisis de nuevos compuestos quimioterápicos.

Citaciones:

Scirus: 18

Guimarães Pereira, Gonçalo Amarante

Puesto:

- Coordinador de la Red de Genómica del Estado de Bahía
- Profesor del Instituto de Biología, departamento de Genética y Evolución, departamento de Genómica y Expresión de la Universidad de Campinas
- Coordinador de programa Genoma del *Crinipellis pernicioso*

Dirección:

Laboratorio de Genómica e Expressão – UNICAMP. Instituto de Biología. Departamento de Genética e Evoluçã. Bloco H 2 andar. CEP: 13083970 Campinas-SP.

Email:

goncalo@unicamp.br

Teléfono:

(55) (19) 3788-6238

Línea de investigación:

- Secuenciación del genoma de la "vassoura de bruxa" o "escoba de bruja"
- Proyecto: estudio del genoma del hongo *Crinipellis pernicioso* causante de la enfermedad "vassoura de bruxa" en plantaciones de cacao.

Citaciones:

Scirus: 5

Katz, Naftale

Puesto:

- Ex-director del Centro de Investigaciones René Rachou
- Sub-director del Laboratorio de Esquistosomiasis, Centro de Investigaciones René Rachou, Fundación Oswaldo Cruz-Fiocruz
- Coordinador de la Red Genoma del Estado de Minas Gerais

Dirección:

Laboratorio de Esquistosomiasis, Centro de Investigaciones René Rachou, Fundación Oswaldo Cruz-Fiocruz. Avda. Augusto de Lima, 1715, 30190-002, Barro Preto, Belo Horizonte, Minas Gerais.

Email:

nkatz@cpqrr.fiocruz.br

Teléfono:

55-31-295-3566

Línea de Investigación:

- Secuenciamiento del genoma del parásito causante de la Esquistosomiasis.
- Proyecto: creación de una red de genoma en el Estado de Minas Gerais.

Citaciones:

Scirus: 23

Parra, Juçara

Puesto:

- Científico del Ludwig Institute for Cancer Research en Sao Paulo

Dirección:

Ludwig Institute for Cancer Research en Sao Paulo. R. Prof. Antonio Prudente, 109 - 4th Floor – Liberdade. Sao Paulo. CEP 01509-010

Email:

jparra@ludwig.org.br

Teléfono:

55 11 3388-3200

Línea de investigación:

- Secuenciamiento del genoma del parásito causante de la Esquistosomiasis
- *Xylella fastidiosa* Genome Project
- Human Cancer Genome Project

Citaciones:

Scirus: 2

Perez, Jose Fernando

Puesto:

- Director Científico de la Fundación de Ayuda a la Investigación del Estado de São Paulo (Fapesp).
- Profesor titular en Régimen de Dedicación Exclusiva a la Docencia y la Investigación (RDIDP, sigla en portugués) del Departamento de Física Matemática del Instituto de Física de la USP.
- Miembro titular de la Academia Brasileña de Ciencias y de la Academia Paulista de Ciencias. Miembro del Consejo Técnico y Científico del Centro Brasileño de Investigaciones Físicas (CBPF-RJ, sigla en portugués), del Instituto de Matemática Pura y Aplicada (IMPA-RJ) y de la Comisión de Coordinación del Programa Apoyo a Núcleos de Excelencia, en este último caso, nombrado por el Ministro de Ciencia y Tecnología.

Dirección:

Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (Fapesp).R. Pío XI, 1500 - Alto da Lapa - CEP 05468-901 - São Paulo/SP.

Email:

Pérez@Fapesp.br

Teléfono:

(55) 11 3645 2421

Líneas de Investigación:

- Proyecto genoma de la "*Xylella fastidiosa*" y la "*Xanthomonas campestris*".
- Proyecto Genoma del Cáncer Humano.
- Proyecto Caña de Azúcar.
- Proyecto para la secuenciación del *Schistosoma mansoni*.
- Iniciativa de Genómica Funcional.

Citaciones:

Scirus: 2

Raw, Isaias

Puesto:

- Director Científico del Instituto Butantan.

Dirección:

Instituto Butantan. Avda. Vital Brasil 1500. 05503-900 - São Paulo - SP

Email:

iraw@butantan.gov.br

Teléfono:

55 (011) 3726-7222

Líneas de investigación:

- Vacunas
- Biofármacos

Reinach, Fernando

Puesto:

- Profesor Titular, Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidad de Sao Paulo
- Profesor Visitante, Department of Cell Biology and Anatomy, Cornell University Medical College.
- Director Ejecutivo, Votorantim Novos Negócios

Dirección:

Fernando Reinach Votorantim Novos Negócios. Rua Jeronimo da Veiga, 384, Itaim Bibi. 04536-001, São Paulo, SP

Email:

fernando.reinach@vventures.com.br

Teléfono:

55-11-3077-5050

Líneas de investigación:

- Inducción del Calcio en el complejo de troponina probado con mutantes fluorescentes de troponina I.
- Comparación de los genomas de dos patógenos *Xanthomonas* con distinta especificidad por el huésped.
- Secuenciación completa del genoma de la planta patógena *Xylella fastidiosa*.
- Clonación y caracterización del cDNA para la larva brasileña click-beetle *Pyrearinus termitilluminans* luciferasa.

Citaciones:

Scirus: 4

Setúbal, Joao Carlos

Puesto:

- Director del Laboratorio de Bioinformática del Instituto de Computación (IC) de la Universidad de Campinas (UNICAMP).

Dirección:

Laboratorio de Bioinformática del Instituto de Computación de la Universidad de Campinas (UNICAMP). Avda. Albert Einstein 1251 –sala 72- CP 6176. CEP: 13084-971. Campinas. SP.

Email:

setubal@ic.unicamp.br

Teléfono:

55 19 3788-5853

Líneas de investigación:

- Schistosoma mansoni EST Genome Project.
- ONSA Agricultural and Environmental Genomes.
- *Leifsonia xyli subsp. xylii*.
- *Leptospira interrogans serovar Copenhageni* (desde marzo del 2004).
- Café Genome Project.
- *Xylella fastidiosa* / *Pierce's Disease*.
- *Agrobacterium tumefaciens C58* Genome Project.
- *Xanthomonas axonopodis pv. citri* and *Xanthomonas campestris pv. campestris* Genomes Project.
- *Xylella fastidiosa* Genome Project.
- *Caña de Azúcar EST* Genome Project.
- Human Cancer Genome Annotation Project.
- *Gracilaria tenuistipitata EST* Genome Project.
- *Gracilaria tenuistipitata Chloroplast* Genome Project.

Simpson, Andrew John George

Puesto:

- Colaborador de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP
- Colaborador del Hospital Ac Camargo, HOSPITAL AC CAMA,
- Coordinador del Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer, ILPC, en Brasil.
- Coordinador del Proyecto Genoma Brasileño.

Dirección:

Ludwig Institute for Cancer Research, 605 Third Avenue, New York, New York 10158, USA.

Email:

asimpson@licr.org

Teléfono:

55 (212) 450-1556

Líneas de investigación:

- Proyecto Genoma *Xylella fastidiosa*
- Proyecto Genoma *Schistosoma mansoni*
- Proyecto Genoma Humano del Cancer
- Proyecto Genoma de *Chromobacterium violaceum*
- Proyecto Genoma de *Mycoplasma synoviae*
- Proyecto de Genómica Funcional

Citaciones:

Scirus: 2

Soares Felipe, Maria Sueli

Puesto:

- Directora del Laboratorio de Biología Molecular, Instituto de Biología, Universidad de Brasília
- Coordinadora de la Red del Centro-Oeste

Dirección: Laboratorio de Biología Molecular, Instituto de Biología, Universidade de Brasília. Campus Universitario Darcy Ribeiro - Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília - DF

Email:

msueli@unb.br

Teléfono:

55 021 61307-2423

Línea de investigación:

- Secuenciamiento de la genómica funcional del hongo *Paracoccidioides brasiliensis*, causante de micosis endémica.
- Proyecto: Genoma Funcional y Diferencial de *Paracoccidioides brasiliensis*.

Citaciones:

Scirus: 6

Verjovski-Almeida, Sergio

Puesto:

- Director del departamento de Bioquímica, Instituto de Química en la Universidad de Sao Paulo
- Responsable del Proyecto Genoma de *Schistosoma mansoni*

Dirección:

Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo. Avda. Prof. Lineu Prestes 748 sala 1200. 05508-000 Sao Paulo, SP.

Email:

verjo@iq.usp.br

Teléfono:

55-11-3091-2173

Líneas de investigación:

- Calcio-ATPase de músculo
- ATP-difosfohidrolase de *Schistosoma mansoni*
- Proyecto FAPESP/LICR - Genoma Humano do Câncer (HCGP)
- Proyecto Genoma do *Schistosoma mansoni*
- "Cooperación para el Análisis de los Genes y su Expresión - CAGE"
- Expresión Génica en Cáncer

Línea de investigación:

- Proyecto Genoma Nacional: *Chromobacterium violaceum*
- Proyecto Genoma Nacional: *Xylella fastidiosa*
- Proyecto Genoma Nacional: *Mycoplasma synoviae*
- Proyecto de agronomía y Genómica medioambiental

Citaciones:

Scirus: 30

Zaha, Arnaldo

Puesto:

- Coordinador del Programa de Investigación de Genomas Sul – PIGS
- Investigador Asociado en el Área Biología del PEDECIBA
- Profesor en el Laboratorio de Biología Molecular de Cestodos, del Centro de Biotecnología, en la Universidad Federal de Río Grande del Sur
- Colaborador de la Fundación de Ayuda a la Investigación del Estado de Río Grande del Sur, FAPERGS
- Colaborador del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, CNPQ

Dirección:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Biotecnología, Laboratorio de Biología Molecular de Cestodos. Av. Bento Gonçalves, 9500. Facultad de Agronomía. 91501970- Porto Alegre, RS. Caixa-Postal: 15005.

Email:

zaha@dna.cbiot.ufrgs.br

Teléfono:

(55) (51) 3316 6054

Línea de investigación:

- Red Sur: Secuenciamiento de *Mycoplasma hyopneumoniae*
- Proyecto: Red Sur de Análisis de Genomas y Biología Estructural
- Biología molecular del *Echinococcus granulosus*
- Caracterización de *Mycobacterium tuberculosis*
- Programa de Investigación de Genomas Sul – PIGS
- Laboratorio de Secuenciamiento de la Rede Nacional de Secuenciamiento de DNA

Citaciones:

Scirus: 5

12. Bibliografía:

LISTADO DE FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE RELEVANCIA: BRASIL

- ✚ Macilwain C. Collapse of real sharpens Brazil's contrasts. Nature [publicación periódica online] 1999 Abril; 398 Supl 1: 16-18. Disponible en: URL: <http://www.nature.com>
- ✚ Rancel-Aldao R. Realities for Latin American and Caribbean Biotech. Nature Biotechnology [publicación periódica online] 2004; 22, 20. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nbt/journal/v22/n1/full/nbt0104-20.html>
- ✚ Piovesan E. Deputados aprovam projeto da Lei de Biossegurança. Agência Câmara 2004 Febr 5
- ✚ Oficina Económica y Comercial de España en Brasilia. Informe Económico y Comercial de Brasil. Brasilia; 2004 Mar.
- ✚ Basu P. International patent law-boon or bane of biotech?. Nature Biotechnology [publicación periódica online] 2005; 23, 13-15. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nbt/journal/v23/n1/full/nbt0105-13.html>
- ✚ Ferrer M, Thorsteinsdóttir H, Quach U, Singer P A, Daar A S. The scientific muscle of Brazil's health biotechnology. Nature Biotechnology [publicación periódica online] 2004 Dic; 22 Supl, 8-12. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/naturebiotechnology>
- ✚ Macilwain C. A springboard to success. Nature [publicación periódica online] 2000 Sept 28; 407: 440-441. Disponible en: URL: <http://www.nature.com>
- ✚ Salles-Filho S L M, Bonacelli M B M, Mello D L, Yamamura S, Jôlo F. Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia. Estudos em Biotecnologia. Campinas MCT/FINEP: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT), Grupo de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação (GEOPI); 2001 Mayo.
- ✚ Thorsteinsdóttir H, Quach U, Singer P A, Daar A S. Conclusions: promoting biotechnology innovation in developing countries. Nature Biotechnology [publicación periódica online] 2004 Dic; 22 Supl, 48-52. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/naturebiotechnology>
- ✚ Delgado Assad A L, Correa Fernandes A F, Andrade Júnior C, Aucélio J G, Barcellos Razuck F, Borges J, Cruz L. Programa de Biotecnología e Recursos Genéticos: Definição de Metas. Ministerio de Ciência e Tecnologia, Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia, Departamento de Programas Temáticos; 2002 Febr.
- ✚ Silveira J M, Derengovsky Fonseca M G, Dal Poz M E, Góes Nagata T A, Barros Correa T. Avaliação das Potencialidades e dos Obstáculos à Comercialização dos Produtos de Biotecnologias no Brasil. Brasilia: Ministério de Ciência e Tecnologia, Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Instituto de Economía; 2001
- ✚ Comitê Gestor do Fundo Setorial de Biotecnologia. Diretrizes Estratégicas Do fundo Setorial de Biotecnologia. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT; 2002 Dic.
- ✚ Mascareñas P, Judice V M, Soares E, Salles A, Miller Brandt Moraes M. Parque Nacional de Empresas de Biotecnología. Belo Horizonte: Fundação BIOMINAS; 2001 Dic.
- ✚ Cadernos de Biossegurança. Legislação. Asesoría de Comunicación, Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2002 Sept.

- ✚ Bonalume Neto R. GM confusion in Brazil. Nature Biotechnology [publicación periódica online] 2003 Nov; 21 (11), 1257-8. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/naturebiotechnology>
- ✚ Rancel-Aldao R. Realities for Latin American and Caribbean Biotech. [publicación periódica online] 2004 Ene; 22 (1), 20. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/naturebiotechnology>.
- ✚ Fox J L. US, Brazil tangle over IP rights to drugs. [publicación periódica online] 2001 Ago; 19 (1), 698. Disponible en: URL: <http://www.nature.com/naturebiotechnology>.
- ✚ Martins C, Porto-Foresti F, Pinto Wasko A, Ribeiro Leitao G, Oliveira C, Foresti F. Marcadores genéticos e sua aplicação na piscicultura. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2002 Sept-Oct; (28), 12-15.
- ✚ Alves Macedo G, Alves Macedo J. Producción de Biodiesel por transesterificación de aceites vegetales. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2004 Ene-Jun; (32), 38-46.
- ✚ Majerowicz J. Bioseguridad en Biotérios. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2003 Ene-Jun; (30), 105-108.
- ✚ Da Costa E, Novaki L, Tsai H I, Pedroso Pereira L T, Chaves de Andrade A V, De Oliveira Paiva Sanchos C, Ferreira Borges C P, Boscacci Marques, M, Cabral da Cruz A C, Dos Santos F A, Zurita de Silva J C. Biovidrios. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2003 Ene-Jun; (30), 51-54.
- ✚ Correa Marcelino F, Fonseca Martins M, Silva Pimenta MA, Alves Moreira M, Gonçalves de Barros E. Detección de productos transgénicos en granos y derivados. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2003 Jul-Dic; (31), 14-17.
- ✚ Proenza Picanzo V, Tadeu Covas D, Becker S, Tonn T. Producción de FVIII por ingeniería genética. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2002 Ene-Jun; (32), 81-83.
- ✚ Zimmer Desalma P, Malone G, Félix de Carvalho F I, Fernandes Barbosa Neto J, Costa de Oliveira A. Iniciativas Genómicas. Ciência & Desenvolvimento. 2003 Jul-Dic; (31), 45-52.
- ✚ Campos Moreira A, Souza Antunes A, Pereira Junior N. Patentes: extractos de plantas y derivados. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2004 Jul - Dic; (33), 62-71.
- ✚ Diagnóstico da Indústria de Biotecnologia em Minas Gerais. Fundación Biominas. Belo Horizonte. Enero 2005.

Fuentes de información Internet:

- ✓ ASOCIACIÓN BRASILEÑA DE EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA. <http://www.abrabi.org.br/>
- ✓ AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA. <http://www.anvisa.gov.br/>
- ✓ ASOCIACIÓN NACIONAL DE BIOSEGURIDAD. <http://www.anbio.org.br/>
- ✓ SIMBIOSIS - SISTEMA MULTINACIONAL DE INFORMACIÓN ESPECIALIZADA EN BIOTECNOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. <http://www.bdt.fat.org.br/simbiosis/brasil/>
- ✓ THE DEVELOPMENT BANK. <http://www.bndes.gov.br/english/studies.asp>
- ✓ EMBAJADA DE BRASIL. <http://www.embajada-online.com/embajada-de-Brasil-en-Espana-P25C4E166.htm>
- ✓ JORNAL DA CIENCIA. <http://www.jornaldaciencia.org.br/index2.jsp>
- ✓ SCIENCE AND DEVELOPMENT NETWORK. <http://www.scidev.net/index.cfm?fuseaction=searchresults>

- ✓ FUNDACIÓN CAROLINA. <http://www.fundacioncarolina.es/>
- ✓ BIOLATINA 2002. <http://www.audebio.org/home.html>
- ✓ PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO. <http://www.cytcd.org/Nueva.asp>
- ✓ LATINDEX. <http://www.latindex.unam.mx/>
- ✓ EMBRAPA. <http://www.embrapa.br/>
- ✓ SISTEMA DE INFORMACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (InfoREDBIO). http://www.redbio.org/fia/ambito_1/
- ✓ CONSEJO NACIONAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (CNPq): <http://www.cnpq.br>.
- ✓ ANPROTEC. <http://www.anprotec.org.br/programas.htm>.
- ✓ FUNDECI/BNB – Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. <http://www.bnb.gov.br>
- ✓ CENTRO DE BIOTECNOLOGIA DE REPRODUCCION ANIMAL. <http://www.ufpa.br/cebran/>
- ✓ INSTITUTO BUTANTAN. http://www.butantan.gov.br/infcient_biotec.htm
- ✓ FUNDACION BIOMINAS. <http://www.biominas.org.br/>
- ✓ FAPESP. RED GENOMICA ONSA. <http://watson.fapesp.br/onsa/Genoma3.htm>
- ✓ MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. BIOTECNOLOGIA. http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/gen_brasil.htm
- ✓ INSTITUTO VIRTUAL DE INVESTIGACIÓN GENÓMICA. <http://www.brgene.lncc.br/>
- ✓ CENTRO DE ESTUDIOS DEL GENOMA HUMANO. <http://genoma.ib.usp.br/>
- ✓ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. <http://www.mma.gov.br/>.
- ✓ MINISTERIO DE DESARROLLO, INDUSTRIA Y COMERCIO EXTERIOR. <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/inicial/index.php>
- ✓ FUNDACIÓN DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN DEL ESTADO DE SAO PAULO. FAPESP. <http://www.fapesp.br/index.php>
- ✓ LABORATORIO DE BIOINFORMÁTICA. UNIVERSIDAD DE CAMPINAS. <http://www.lbi.ic.unicamp.br/>
- ✓ UNIVERSIDAD CATÓLICA DE BRASÍLIA. <http://www.ucb.br/posgraduacao/biotecnologia/bio.htm>
- ✓ FUNDACION OSWALDO CRUZ. <http://www.fiocruz.br/>
- ✓ COMISION TECNICA NACIONAL DE BIOSEGURIDAD. http://www.ctnbio.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=102
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE PROPIEDAD INDUSTRIAL. <http://www.inpi.gov.br/>
- ✓ SOCIEDAD BRASILEÑA DE BIOTECNOLOGIA. <http://www.sbbiotec.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm%bftpl=english.html>



Genoma España



Orense, 69, planta 2ª
28020 Madrid
Teléfono: 91 449 12 50
Fax: 91 571 54 89
www.gen-es.org



ESTEVE



 Comunidad de Madrid

