



LA FUNDACIÓN DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA DEL ESTADO DE SÃO PAULO

CELSONO LAFER  
PRESIDENTE

EDUARDO MOACYR KRIEGER  
VICEPRESIDENTE

**CONSEJO SUPERIOR**

ALEJANDRO SZANTO DE TOLEDO, CELSONO LAFER,  
EDUARDO MOACYR KRIEGER, FERNANDO FERREIRA  
COSTA, HORÁCIO LAFER PIVA, HERMAN JACOBUS  
CORNELIS VOORWALD, JOÃO GRANDINO RODAS, MARIA  
JOSÉ SOARES MENDES GIANNINI, JOSÉ DE SOUZA  
MARTINS, LUIZ GONZAGA BELLUZZO, SUELY VILELA  
SAMPAIO Y YOSHIKI NAKANO

**CONSEJO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**

JOSÉ ARANA VARELA  
DIRECTOR PRESIDENTE

CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ  
DIRECTOR CIENTÍFICO

JOAQUIM J. DE CAMARGO ENGLER  
DIRECTOR ADMINISTRATIVO

**Pesquisa**  
FAPESP  
ISSN 1519-8774

**CONSEJO EDITORIAL**

Carlos Henrique de Brito Cruz (Presidente), Caio Túlio  
Costa, Eugênio Bucci, Fernando Reinach, José Eduardo  
Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Marcelo  
Leite, Maria Herminia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo,  
Maurício Tuffani y Mônica Teixeira

**COMITÉ CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos (Presidente), Adolpho José  
Melfi, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri,  
Eduardo Cesar Leão Marques, Francisco Antônio Bezerra  
Coutinho, João Furtado, Joaquim J. de Camargo Engler, José  
Arana Varela, José Roberto de França Arruda, José Roberto  
Postali Parra, Luís Augusto Barbosa Cortez, Marcelo  
Knobel, Marie-Anne Van Sluys, Mário José Abdalla Saad,  
Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio  
Luiz Monteiro Salles Filho, Sérgio Robles Reis Queiroz,  
Wagner do Amaral y Walter Colli

**COORDINADOR CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos

**DIRECTORA DE REDACCIÓN**

Mariluce Moura

**EDITOR EN JEFE**

Neldson Marcolin

**EDITORES EJECUTIVOS**

Carlos Haag (*Humanidades*), Fabrício Marques (*Política*),  
Marcos de Oliveira (*Tecnología*), Maria Guimarães (*Edición  
online*) y Ricardo Zorzetto (*Ciencia*)

**EDITORES ESPECIALES**

Carlos Fioravanti y Marcos Pivetta

**EDITORES ASISTENTES**

Dinorah Ereno y Bruno de Pierro (*Edición online*)

**TRADUCCIÓN Y REVISIÓN**

Damian Kraus y Ariel Kraus

**ARTE**

Mayumi Okuyama (Editora), Ana Paula Campos (Editora de  
Infografías), Maria Cecilia Felli y Camila Suzuki (Asistente)

**FOTÓGRAFOS**

Eduardo Cesar y Léo Ramos

**COLABORADORES**

Alexandre Alfonso, Gabriel Bittar, Jussara Fino, Igor  
Zolnerkevic y Pedro Hamdan

**IMPRESIÓN** IBEP gráfica

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL  
O PARCIAL DE TEXTOS Y FOTOS SIN  
LA DEBIDA AUTORIZACIÓN PREVIA

PESQUISA FAPESP Rua Joaquim Antunes, nº 727, 10º andar,  
CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP – Brasil

**FAPESP**

RUA PIO XI, Nº 1.500, CEP 05468-901  
ALTO DA LAPA, SÃO PAULO-SP – Brasil

SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO,  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
GOBERNACIÓN DEL ESTADO DE SÃO PAULO

## CARTA DE LA EDITORA

# El futuro sostenible

**Mariluce Moura**

DIRECTORA DE REDACCIÓN

El reportaje estampado en la portada de esta segunda edición internacional de 2013 de la revista *Pesquisa FAPESP* aborda la considerable variedad de estudios con la caña de azúcar que llevan a cabo por estos tiempos científicos de instituciones del estado de São Paulo, con especial hincapié en la investigación genética de dicha planta y en el análisis de enzimas capaces de contribuir de manera más significativa en el proceso de hidrólisis del bagazo. La meta final de tales esfuerzos, según informa a partir de la página 5 el editor de tecnología, Marcos de Oliveira, consiste en producir más etanol por hectárea de tierra. Si bien este biocombustible es bastante limpio cuando se lo compara con el petróleo, y surge de una fuente renovable, aún precisa ser más factible en términos económicos, y Brasil, con su extenso y exitoso historial de investigación con la caña de azúcar, puede hacer un aporte significativo al desarrollo del llamado etanol de segunda generación.

En la primera generación, se convierte mediante fermentación al jugo de caña en biocombustible. En tanto, en la segunda, se emplean poderosas enzimas para romper las moléculas del bagazo y las de las hojas de la caña para extraer, vía hidrólisis, más azúcar de esa biomasa. Para avanzar en esta senda, la genética era y sigue siendo una herramienta fundamental, y el lanzamiento del proyecto Genoma Caña en 1999, con financiación de la FAPESP, fue un primero y decisivo paso con miras a conocer profundamente los genes más importantes de la planta. Y ahora, nuevos hallazgos darán impulso al uso de la hidrólisis; y desembocarán en un aumento estimado de al menos 5 mil millones de litros en la producción brasileña de etanol, que actualmente es de unos 25 mil millones de litros anuales. Pero Brasil no está solo en esta empresa. Tanto en Estados Unidos como en Inglaterra y en Suecia, muchos laboratorios avanzan en pos de idénticos objetivos, en una carrera científica en la cual el principal ganador será el medio ambiente.

Queremos también destacar en esta edición un nuevo estudio sobre la enfermedad de Chagas, llevado a cabo por investigadores de la Universidad de São Paulo (USP) y de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp). Desde el descubrimiento en el año 1909 de esta afección y de su agente etiológico, el *Trypanosoma cruzi*, a cargo del médico y científico Carlos Chagas, ha habido una búsqueda incesante para entender los mecanismos de acción de este parásito en el organismo humano, y hallar formas de evitarla. Ahora, tal como lo muestra el reportaje del editor especial Carlos Fioravanti (página 34), se ha detectado la vía que emplea el *T. cruzi*

## Las inversiones en I&D

Inversión en investigación y desarrollo con recursos de los estados brasileños (IEID) y Producto Interno Bruto (PIB)

ESTADOS	IEID 2010 (en millones de US\$)*	PIB 2008 (en miles de millones de US\$)**	IEID (en %)	PIB (en %)
Acre	2,1	2.888	0,1%	0,2%
Alagoas	5,5	8.359	0,1%	0,6%
Amapá	2,6	2.903	0,1%	0,2%
Amazonas	27,4	20.095	0,7%	1,5%
Bahía	72,5	52.149	1,7%	4,0%
Ceará	38,2	25.793	0,9%	2,0%
Distrito Federal	42,3	50.460	1,0%	3,9%
Espírito Santo	9,7	29.987	0,2%	2,3%
Goiás	13,9	32.306	0,3%	2,5%
Maranhão	9,9	16.518	0,2%	1,3%
Mato Grosso	20,3	22.756	0,5%	1,7%
Mato Grosso do Sul	7,1	14.225	0,2%	1,1%
Minas Gerais	128,8	121.254	3,1%	9,3%
Pará	12,8	25.115	0,3%	1,9%
Paraíba	19	11.028	0,5%	0,8%
Paraná	249	76.939	5,9%	5,9%
Pernambuco	35	30.232	0,8%	2,3%
Piauí	1,1	7.193	0,0%	0,6%
Río de Janeiro	294,5	147.288	7,0%	11,3%
Río Grande do Norte	11,4	10.936	0,3%	0,8%
Río Grande do Sul	55,9	85.621	1,3%	6,6%
Rondônia	0,1	7.677	0,0%	0,6%
Roraima	1	2.098	0,0%	0,2%
Santa Catarina	126,4	52.911	3,0%	4,1%
São Paulo	<b>3.019,3</b>	<b>430.478</b>	<b>71,6%</b>	<b>33,1%</b>
Sergipe	8	8.391	0,2%	0,6%
Tocantins	1,5	5.618	0,0%	0,4%
<b>Total</b>	<b>4.216,6</b>	<b>1.301.229</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

\* Cotización al 31/12/2010

\*\* Cotización al 31/12/2008

Fuente: IEID - Indicadores C&T MCT, [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/317045/Brasil\\_Dispendios\\_dos\\_governos\\_estaduais\\_em\\_pesquisa\\_e\\_desenvolvimento\\_P\\_D\\_por\\_execucao\\_segundo\\_regioes\\_e\\_unidades\\_da\\_federacao.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/317045/Brasil_Dispendios_dos_governos_estaduais_em_pesquisa_e_desenvolvimento_P_D_por_execucao_segundo_regioes_e_unidades_da_federacao.html)

...

para instalarse en una célula, diferenciarse, dividirse e invadir otras células, lo cual abre posibilidades para el desarrollo de nuevas formas de combate y de diagnóstico de enfermedades tropicales. A propósito, cabe registrar que en la actualidad éstas llegan a países con zonas de clima templado. Autoridades médicas de Estados Unidos, por ejemplo, advierten sobre la propagación del mal de Chagas en su territorio, especialmente entre inmigrantes, en los estados cercanos a la frontera con México.

En la sección de Tecnología, el ejemplo de Embraer, tercera fabricante de aviones del mundo, sólo detrás de Boeing (Estados Unidos) y Airbus (Unión Europea), atestigua que vale efectivamente la pena atravesar las fronteras del centro de investigación y desarrollo de la empresa y salir en busca de socios de otros países con el fin de agregarles cada vez más valor a los productos fabricados. Embraer mantiene alianzas con universidades, con institutos de investigación y con otras empresas del sector aeronáutico para el desarrollo de nuevas tecnologías de manufactura, de materiales compuestos, estructuras metálicas y sistemas embarcados. Uno de los proyectos en marcha tiene en la mira a los biocombustibles surgidos del etanol de caña de azúcar. Estos estudios se llevan adelante en colaboración con Boeing e instituciones de investigación paulistas, y cuentan con financiamiento de la FAPESP.

Los tres artículos destacados aquí abordan investigaciones desarrolladas en São Paulo y constituyen ejemplos de la importancia que el estado de São Paulo le asigna al área de C&T. En el cuadro de arriba puede observarse que en 2010 el estado invirtió más de 3 mil millones de dólares, lo que representa un 71,6% de las erogaciones en I&D con recursos de los estados en Brasil. Aunque el estado de São Paulo respondió por un 33,1% del PIB en 2008, el equivalente a 430 mil millones de dólares.