

### Consejo Editorial:

**ALBA MARINA COTES**  
Corporación Colombiana  
de Investigación Agropecuaria  
**Corpoica**

**GUSTAVO BUITRAGO H.**  
Instituto de Biotecnología  
**Universidad Nacional de Colombia**

**OSCAR CASTELLANOS**  
Facultad de Ingeniería  
**Universidad Nacional de Colombia**

**DOLLY MONTOYA C.**  
Instituto de Biotecnología  
**Universidad Nacional de Colombia**

**DAVID CALA**  
Corporación para el Desarrollo  
Industrial de la Biotecnología y  
Producción Limpia  
**Corpodib**

**MARÍA TERESA REGUERO**  
Instituto de Biotecnología  
**Universidad Nacional de Colombia**

**EDISON VALENCIA**  
Gerencia Técnica  
**Aventis Cropscience Colombia S.A.**

**NÉSTOR ALGECIRA**  
Facultad de Ingeniería  
**Universidad Nacional de Colombia**

### Directora Ejecutiva:

**CLAUDIA NELCY JIMÉNEZ H.**

**Correos  
de Colombia**



**ADPOSTAL**  
¡Llegamos a todo el mundo!

CAMBIAMOS PARA SERVIRLE MEJOR  
A COLOMBIA Y AL MUNDO

ESTOS SON NUESTROS SERVICIOS

VENTA DE PRODUCTOS POR CORREO  
SERVICIO DE CORREO NORMAL  
CORREO INTERNACIONAL  
CORREO PROMOCIONAL  
CORREO CERTIFICADO  
E.M.S. INTERNACIONAL  
SERVICIO POST EXPRESS  
RESPUESTA PAGADA  
ENCOMIENDAS  
FILATELIA  
CORRA  
FAX.

Le atendemos en los teléfonos Nos.  
2-438851 - 3410304 - 3415634  
960015503 - Fax 2833345

Visite nuestra página web  
[www.adpostal.gov.co](http://www.adpostal.gov.co)

### Consejo Asesor

**ANDRÉS ILLANES**  
Escuela de Ingeniería bioquímica  
Universidad Católica de Valparaíso, Chile

**ENRIQUE GALINDO**  
Departamento de Bioingeniería  
Universidad Autónoma de México

**ALLAN RUSSELL**  
McGowan Institute for Regenerative Medicine  
Universidad de Pittsburgh - EE.UU.

**GLORIA ZAPATA**  
Departamento de Investigación  
Levapan S.A. Tuluá, Valle

**JORGE GROSSO**  
Proyecto Nacional de Crudos Pesados  
Instituto Colombiano del Petróleo

**JORGE OSSA**  
Laboratorio de Genética y Reproducción  
Universidad de Antioquia

**ARCADY SINITSYN**  
Departamento Cinética Enzimática  
Universidad Estatal de Moscú, Rusia

**JUAN GENTINA**  
Escuela de Ingeniería bioquímica  
Universidad Católica de Valparaíso, Chile

**FRANCISCO MIRANDA**  
Centro Internacional de Investigaciones  
Médicas. Cali, Valle

**JOSÉ SÁNCHEZ-SERRANO**  
Centro Nacional de Biotecnología  
Madrid, España

**LUIS CAICEDO**  
Facultad de Ingeniería. Área de  
Ingeniería Bioquímica  
Universidad Nacional de Colombia

**JENNY DUSSAN**  
Centro de Investigaciones Microbiológicas  
Universidad de los Andes

**RUBÉN TORRENEGRA**  
Facultad de Ciencias  
Pontificia Universidad Javeriana

**MAYRA DE LA TORRE**  
Departamento de Biotecnología y Bioingeniería  
Cinvestav, México

**MYRIAM SÁNCHEZ**  
Corporación Biotec  
Cali, Valle

**PATRICIA DEL PORTILLO**  
Biología Molecular e Ingeniería Genética  
Corpogen

**RODOLFO QUINTERO**  
Instituto de Biotecnología  
Universidad Nacional Autónoma de México

**SAÚL ESCALERA**  
Coordinación de Investigaciones  
Universidad de Cochabamba, Bolivia

**JOSÉ GRANADOS**  
División de Producción  
Instituto Nacional de la Salud - INS

**ÁLVARO PÉREZ**  
Gerencia Ambiental  
Alpina S.A.

**YOAV BASHAN (Israel)**  
Departamento de Microbiología  
Centro de Investigaciones Biológicas  
del Noroeste - México

**SERGIO ORDUZ**  
Corporación de Investigaciones Biológicas  
Medellín, Antioquia

**JOSÉ BARRERA**  
Corpoica  
Programa de Biotecnología Animal

Con el respaldo institucional de:

**LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA PARA EL AVANCE DE LA CIENCIA - ACAC**  
**FUNDACIÓN ANDINA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SOCIAL - TECNOS**

Asesor Contable  
JAVIER MELENA

Diagramación  
ALEJANDRO MEDINA

Preparación editorial  
Universidad Nacional de Colombia  
EDITORIAL UNIBIBLOS  
Director  
Luis Eduardo Vásquez Salamanca  
Teléfonos: 3165290 ó 3165000 ext. 19645  
Telefax: 3165357 ó 3165000 ext. 19646  
E-mail: unibiblo@dnic.unal.edu.co

Coordinación Académica:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Tarifa postal reducida - Adpostal No. 634. Vence diciembre de 2003

La Revista Colombiana de Biotecnología no se responsabiliza por las ideas emitidas por los autores.

Indexada en:

-Sistema de información de publicaciones científicas seriadas de América Latina, el Caribe, España y Portugal LATINDEX

-Índice de publicaciones seriadas científicas y tecnológicas colombianas de Colciencias PUBLINDEX

Los artículos que aparecen en esta revista pueden ser reproducidos citando la fuente.

Precio: \$10.000

Con el apoyo de:



COLCIENCIAS



## CONTENIDO

EDITORIAL PRIMER CONGRESO COLOMBIANO DE BIOTECNOLOGÍA .....	3
THE CELLULASES AND THEIR APPLICATION IN DEGRADING AGRO-INDUSTRIAL WASTE LAS CELULASAS Y SU APLICACIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES <i>Wolfgang H. Schwarz</i> .....	6
DESARROLLO DE BIOCATALIZADORES HIDROFÓBICOS Y TERMOTOLERANTES MEDIANTE TÉCNICAS DE EVOLUCIÓN DIRIGIDA DEVELOPMENT OF HYDROPHOBIC AND THERMOTOLERANT BIOCATALYSTS BY DIRECTED EVOLUTION TECHNIQUES <i>Julia Raquel Acero R., Leonardo Iván Magallón G.</i> .....	14
PRODUCCIÓN DE UN TENSOACTIVO BIOLÓGICO PRODUCTION OF A BIOLOGICAL SURFACTANT <i>M. Gladys Rosera, Fanny Dugarte, Astrid Lorely Pimiento, María Piedad Díaz, Freddy G. Carvajal</i> .....	22
CLONACIÓN Y EXPRESIÓN EN <i>Escherichia coli</i> DE GENES DE CELULASAS DE <i>Clostridium</i> IBUM 22A CLONING AND EXPRESSION IN <i>Escherichia coli</i> OF CELLULASES GENES FROM <i>Clostridium</i> IBUM 22A <i>Lucy Carolina Vargas Pabón, Dolly Montoya, Fabio Aristizábal</i> .....	29
USO DE UN CONSORCIO BACTERIANO EXTREMO-HALOTOLERANTE PARA LA BIODEGRADACIÓN DE CRUDO EN AMBIENTES SALINOS EXTREMELY-HALOTOLERANT BACTERIAL CONSORTIUM FOR THE BIODEGRADATION OF CRUDE OIL IN SALINE ENVIRONMENTS <i>María Piedad Díaz, Steve J. W. Grigson, J. Grant Burgess</i> .....	36
ESTABLECIMIENTO DE UN CULTIVO DE CÉLULAS EN SUSPENSIÓN DE <i>Eucalyptus cinerea</i> ESTABLISHMENT OF CELL SUSPENSION CULTURE OF <i>Eucalyptus cinerea</i> <i>Fernando Orozco Sánchez, Rodrigo Hoyos Sánchez, Mario Arias Zabala</i> .....	43
PROPAGACIÓN CLONAL <i>IN VITRO</i> DE ÁRBOLES ELITE DE TECA ( <i>Tectona grandis</i> L.) <i>IN VITRO</i> CLONAL PROPAGATION OF ELITE TREES OF TEAK ( <i>Tectona grandis</i> L.) <i>Dagoberto Castro R., Jaiher Díaz G., Juan Carlos Linero</i> .....	49
TRANSFORMACIÓN DE PLANTAS DE CAÑA DE AZÚCAR SUSCEPTIBLES AL SÍNDROME DE LA HOJA AMARILLA TRANSFORMATION OF SUGAR CANE PLANTS SUSCEPTIBLE TO YELLOW LEAF VIRUS <i>María Paola Rangel, Eddie Tabares, Zaida Lentini, Joe Tohme, Erik Mirkov, Jorge Victoria, Fernando Ángel</i> .....	54
CARACTERIZACIÓN POR RAPD DE TRES VARIEDADES DE TABACO ( <i>Nicotiana tabacum</i> L.) OBTENIDAS POR CULTIVO DE ANTERAS <i>IN VITRO</i> MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THREE ANTHHER TISSUE CULTURE VARIETIES OF TOBACCO ( <i>Nicotiana tabacum</i> L.) USING RAPD ANALYSIS. <i>Gloria Azucena Fernández B., Lucía Alanador, Nicolás Jaramillo, Edna Márquez, José D. Tinoco, Sergio Orduz</i> .....	61
<i>Metarhizium anisopliae</i> Y <i>Trichoderma viride</i> CONTROLAN COLONIAS DE <i>Atta cephalotes</i> EN CAMPO MEJOR QUE UN INSECTICIDA QUÍMICO <i>Metarhizium anisopliae</i> AND <i>Trichoderma viride</i> CONTROL COLONIES OF <i>Atta cephalotes</i> IN FIELD BETTER THAN A CHEMICAL INSECTICIDE <i>Elkin López Arismendy, Sergio Orduz Peralta</i> .....	71
ESTUDIO DE LA MODIFICACIÓN VÍA ENZIMÁTICA DE ALMIDÓN DE YUCA PARA LA OBTENCIÓN DE MALTODEXTRINAS STUDY OF CASSAVA STARCH ENZYMATIC MODIFICATION FOR MALTODEXTRINS OBTENTION <i>Miguel Ángel Díaz, María Isabel Filella, Mario E. Velásquez</i> .....	79
CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA Y GENÉTICA DE CEPAS NATIVAS DE <i>Bacillus sphaericus</i> PHYSIOLOGIC AND GENETIC CHARACTERIZATION OF <i>Bacillus sphaericus</i> NATIVE STRAINS <i>Jenny Dussán Garzón, Diana Nocio Andrade Linares, Lucía Cristina Lozano Ardila, Sandra del Pilar Yanegas Moyano</i> .....	89
EVALUACIÓN PRELIMINAR <i>IN VITRO</i> DE CITOTOXICIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES, EMPLEANDO MÉTODOS COLORIMÉTRICOS <i>IN VITRO</i> PRELIMINARY CYTOTOXICITY TESTING OF VEGETAL EXTRACTS, USING COLORIMETRIC METHODS <i>Claudia Patricia Cordero Camacho, Fabio Ancizar Aristizábal Gutiérrez</i> .....	100
PROTOSCOLOS PARA EL DISEÑO <i>IN VITRO</i> DE CARTÍLAGO ARTICULAR ANIMAL BASADOS EN MÉTODOS DE INGENIERÍA DE TEJIDOS PROTOCOLS FOR THE <i>IN VITRO</i> DESIGN OF ANIMAL ARTICULAR CARTILAGE BASED ON TISSUE ENGINEERING METHODS <i>Diego Correa, Julia Arroyo, Adolfo Llinás, Helena Groot, Juan Carlos Briceño</i> .....	107
ANTICUERPOS MONOCLONALES CONTRA PROTEÍNAS DE LA NUCLEOCÁPSIDE DEL VIRUS IBR Y SU EVALUACIÓN POR ELISA MONOCLONAL ANTIBODIES AGAINST PROTEINS OF THE IBR VIRUS NUCLEOCAPSIDE AND THEIR ASSESSING BY ELISA <i>Jeanette Navarrete O., Victor J. Vera, Gloria Ramírez, Luis Carlos Villamil</i> .....	114
INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES .....	121
AUTHOR INSTRUCTIONS FOR REVISTA COLOMBIANA DE BIOTECNOLOGÍA .....	123

## EDITORIAL

### Primer Congreso Colombiano de Biotecnología

#### La biotecnología en el desarrollo del país

La biotecnología es la tecnología del siglo XXI. Se caracteriza por sus cambios rápidos, alta inversión en capital de riesgo y considerables costos de investigación y desarrollo, acompañada con una tasa de retorno de la inversión muy atractiva. Esto ha sido posible gracias al desarrollo de dos tipos de procesos, el primero, encaminado a la búsqueda y aislamiento de nuevos organismos del medio natural que tengan propiedades útiles (industrializables), y el segundo, que involucra la aplicación de metodologías encaminadas a optimizar los procesos de producción y a proteger la propiedad intelectual e industrial, tanto de los procesos como de los clones o cepas de los organismos empleados.

En el mundo moderno, entre las empresas que están mostrando un mayor desarrollo económico se encuentran las asociadas con las nuevas tecnologías, que han permitido hacer uso intensivo de conocimiento y de los recursos biológicos. Es así como muchos de los nuevos productos empleados en las industrias alimenticia, química y farmacéutica, se fabrican en biorreactores, los cuales son sistemas vivos o partes de los mismos que han sido sacados del medio ambiente y colocados en condiciones óptimas para que produzcan las sustancias deseadas de forma eficiente. Sin embargo, este proceso no se ha restringido al uso de los microorganismos; por el contrario, hay tecnologías encaminadas a hacer de otros organismos (plantas o animales), los nuevos biorreactores de uso industrial.

El desarrollo del conocimiento básico sobre el material genético y su interacción con las proteínas (base de la función celular) para realizar procesos tales como la replicación del ADN, su transcripción (síntesis de ARN), su recombinación, su reparación y traducción (síntesis de proteínas), dio origen a una sección particular de la bioquímica, conocida como la biología molecular. Esta tecnología comenzó a tener mayor impulso cuando los científicos empezaron a entender los mapas genéticos y a identificar los genes que controlan determinadas características de dichos seres. A partir de entonces surgió la idea de sustituir determinados genes por otros, para incorporar aquellos que confieren las características deseadas.

A principios de los años setenta, el desarrollo de esta disciplina permitió transferir genes foráneos a bacterias, las cuales pudieron expresar funciones, violando las barreras impuestas por la naturaleza a las especies. Esta tecnología fue conocida como del ADN recombinante, o ingeniería genética. En la década de los años ochenta, se modificaron genéticamente plantas y animales referidos como "organismos transgénicos". En 1992, se modificaron genéticamente células somáticas (linfocitos) del hombre dentro del contexto de la terapia génica. En 1997, se logró la reproducción clonal de ovinos, y un año más tarde se la combinó con la transgénesis, abriendo la posibilidad de producir en serie organismos superiores con características genéticas deseadas y en el año 2001 se obtuvo el primer borrador del mapa del genoma humano. En el campo agrícola, actualmente los productos vegetales más difundidos son la soja RR (resistente al herbicida glifosato), el algodón con Bt (*Bacillus thuringiensis*, resistente al ataque de orugas) y el maíz con Bt, también resistente a la misma plaga. Otros más exóticos son los tomates de larga vida o resistentes a heladas.

Todo este conjunto de tecnologías conducentes a producir organismos genéticamente modificados (OGM), hace parte de la biotecnología de tercera generación, donde la búsqueda de nuevos genes -y de biodiversidad- es crucial para dotar a los organismos, a través de la transgénesis, de funciones o propiedades de interés agropecuario. Este tipo de organismos modificados genéticamente ha empezado a dar claras ventajas competitivas en el mercado internacional a los países que las han implementado. Como parte del mundo globalizado, nuestro país no podría escapar de esta avanzada de la ciencia. Numerosas empresas transnacionales están interesadas en introducir semillas de plantas transgénicas, inicialmente con fines experimentales. Pero, como toda innovación tecnológica, bien vale la pena adoptar las medidas que permitan precautelar aspectos fundamentales como el ambiente, la salud humana y el mercado de nuestros productos. De forma paralela, las tendencias comerciales del sector agropecuario han empezado a exigir como condición para la negociación, no solamente las condiciones fenotípicas (características visibles) sino las genotípicas (información genética). Por ello los empresarios del sector agropecuario se han visto en la necesidad de pagar altos costos en el exterior para la obtención de la información de los recursos nativos o adaptados a nuestras condiciones tropicales.

Colombia se encuentra inmersa en una envidiable megadiversidad, la cual en sí, no hace al país competitivo internacionalmente, a menos que se articule a una significativa inversión conducente a su investigación íntima a los niveles molecular (genético) y fisiológico, especialmente, con el fin de utilizar aquella biodiversidad con potencialidad de aplicación biotecnológica. Aunque se debe reconocer que el país sí dispone de la capacidad técnica para hacerlo -ya que durante los últimos 20 años se ha invertido en formación de colombianos al más alto nivel en grupos de excelencia en el exterior-, esta inversión no ha estado articulada a un programa de desarrollo de centros de excelencia que le permitan al país aprovechar este recurso humano calificado para contribuir con los planes de desarrollo económico. Por el contrario, se viene propiciando la fuga de cerebros, sumado al hecho de que los escasos recursos de investigación se destinan a proyectos desarticulados, que no logran tener impacto real.

No es posible plantearse el impacto biotecnológico al margen del contexto económico, social, cultural y político en el cual se harán las aplicaciones biotecnológicas. Ello pasa por la innovación política y sociocultural, que muestre el horizonte de desarrollo industrial y equidad social, que estimule la actividad innovativa en todos los niveles de la sociedad. En otras palabras, no basta poseer una masa crítica, creatividad, proyectos, iniciativas, si no se logra influir en los círculos de tomadores de decisiones. Como es conocido, la inversión pública y privada en ciencia y tecnología es insuficiente para las necesidades y retos que afronta el país. No basta con que un grupo reducido de científicos participen en las discusiones públicas; sólo la comunicación permitiría aclarar las esperanzas entre el hombre de ciencia y el ciudadano común.

En este marco conceptual, la Red de Centros de Desarrollo Tecnológico en Biotecnología, impulsada por Colciencias y conformada por el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (IBUN), la Corporación Biotec de Cali, la Corporación de Investigaciones Biológicas (CIB) de Medellín y Corpodib de Bogotá, propuso dentro de sus actividades la realización del Primer Congreso Colombiano de Biotecnología, celebrado con total éxito en Bogotá, durante los días 26,27 y 28 de junio del presente año. La organización del evento estuvo a cargo del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia, y los dos cursos precongreso -uno sobre plantas transgénicas y otro sobre genómica-, los realizó el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

A esta convocatoria acudieron más de 500 personas, entre investigadores, empresarios y organismos del Estado. Los investigadores invitados -provenientes de Suiza, México, Alemania, India- y el CIAT realizaron sus ponencias sobre temas de punta en biotecnología, tales como genómica,

proteómica, bioinformática, organismos transgénicos y nuevas tecnologías en producción de alcohol carburante. Una mesa redonda sobre políticas para promover la generación de empresas de biotecnología en los países invitados dio un horizonte para la definición de políticas nacionales.

Dentro del evento se presentaron 113 trabajos, 49 en modalidad de presentación oral y 64 en modalidad póster, divididos en tres áreas: genoma y salud, biotecnología agropecuaria y bioprocesos y medio ambiente. En cada una de ellas se presentaron los avances de los grupos de investigación nacionales, los cuales se han venido consolidando durante los últimos 20 años, con el apoyo de Colciencias. Cabe destacar los avances en nuevas tecnologías para la obtención de plantas transgénicas, caracterización de biodiversidad y su uso, producción de biopolímeros, biofertilizantes, biopesticidas, control de la contaminación ambiental, desarrollo de tejidos humanos, entre otros. Se premiaron los mejores trabajos de investigación y se realizó la presentación de los casos exitosos de empresas y proyectos en biotecnología que se han implementado en el país.

Los avances de los grupos de investigación reflejan un trabajo **interdisciplinario** definido como la capacidad de relacionarse con los demás en el campo de la biotecnología mediante la comprensión de los conocimientos generados por cada una de las disciplinas, sin tratar de convertirse en un experto en todas las áreas de su aplicación, aunando los esfuerzos en pro de un objetivo común. Este principio se basa en el respeto por los demás investigadores y en el reconocimiento de la diferencia. Estos acuerdos de trabajo colectivo han permitido el crecimiento sinérgico de los grupos, manteniendo y respetando la individualidad.

También se demuestra la **consolidación de escuelas del pensamiento**, soportadas en la definición de líneas de largo plazo, cuyos objetos de la investigación han sido seleccionados mediante el diálogo permanente sobre la posición de la biotecnología en el contexto internacional y nacional. Estas escuelas se han venido consolidando a través de los proyectos de investigación que mantienen la comunicación interna y con pares internacionales. La aplicación de estos principios claros en el trabajo ha permitido la acumulación de conocimiento durante los últimos 20 años y la generación de una cultura de investigación, desarrollo y transferencia de biotecnologías.

Otro aspecto fundamental lo determina la vinculación con el sector productivo, que permita un diálogo con los empresarios para llevar al sector servicios y productivo los desarrollos generados por las diferentes líneas de investigación. Ello no obsta para que se mantengan, dentro de las instituciones, investigaciones en ciencia básica. En el congreso se palpó la necesidad creciente de capacitación de recursos humanos en negociación y transferencia de tecnología, para acompañar el surgimiento de empresas de biotecnología y facilitar las negociaciones entre los centros generadores de tecnología y el sector productivo.

Dado que en Colombia el apoyo para investigación y desarrollo tecnológico está por debajo del promedio de la mayoría de los países de América Latina, se acordó solicitar al Gobierno Nacional incrementar el presupuesto de Colciencias para apoyar la formación del recurso humano, a los centros y grupos de investigación. Igualmente se determinó celebrar el congreso cada dos años y crear una organización nacional de biotecnólogos abierta, que involucre a los investigadores, los empresarios y a las organizaciones del Estado encargadas de definir la política y la financiación de la ciencia y la tecnología.