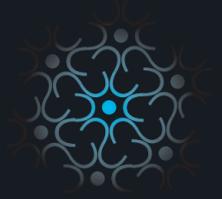
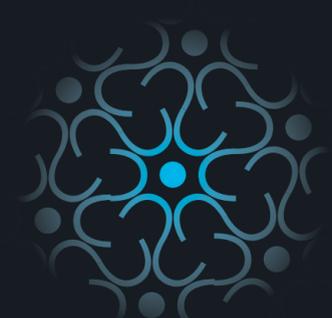


75 MANERAS DE GENERAR CONOCIMIENTO EN COLOMBIA

1990 - 2005
CASOS SELECCIONADOS POR LOS PROGRAMAS NACIONALES
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

75 MANERAS DE
GENERAR CONOCIMIENTO
EN COLOMBIA

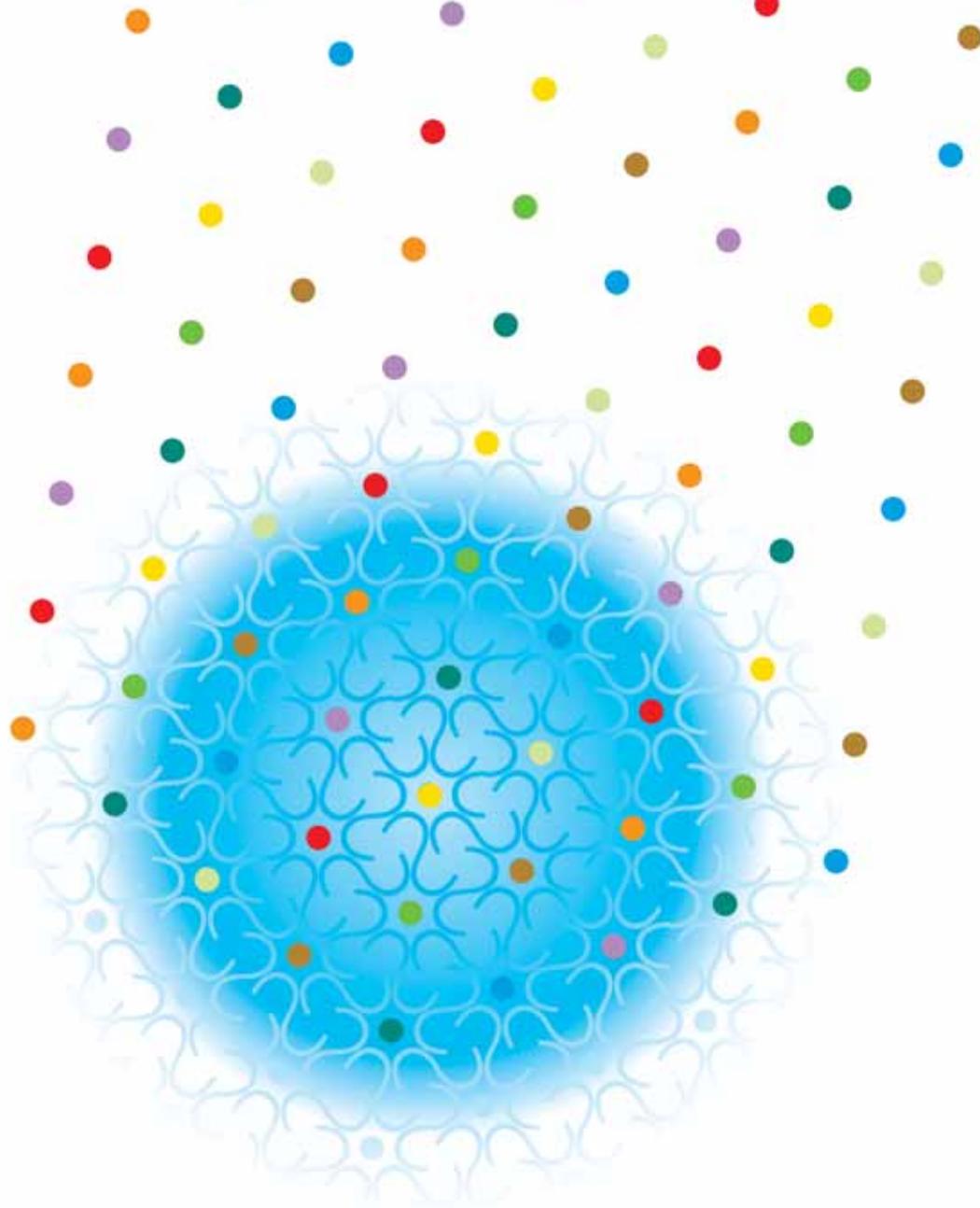


COLCIENCIAS
COLOMBIA


Diseño Editorial: ITEMS Ltda
Bogotá - Colombia



COLCIENCIAS
COLOMBIA



75 MANERAS DE GENERAR CONOCIMIENTO EN COLOMBIA

1990 - 2005
CASOS SELECCIONADOS POR LOS PROGRAMAS NACIONALES
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



Bogotá, D.C., 2006



Coordinación General del Proyecto:
ZULLY DAVID HOYOS
Subdirección de Programas Estratégicos

División de Ciencia,
Comunicación y Cultura
TANIA ARBOLEDA
JULIA PATRICIA AGUIRRE G.
MILDREY MENDOZA M.

Comité Editorial:
ZULLY DAVID HOYOS
GALO TOVAR
TANIA ARBOLEDA
RÓMULO POLO
JAIRO LAVERDE

DISEÑO GRÁFICO EDITORIAL
Integración de Tendencias del Mercado
ITEMS Ltda.

Editores:
ITEMS Ltda / Rómulo Polo

Investigación, recopilación de información y
revisión técnica del ajuste de los contenidos
de la publicación con los documentos fuente:
Jairo Laverde

Corrección de estilo:
Atilio Way M.

Diseño Gráfico - Portada:
Andrés F. Polo

Fotografía:
Archivo COLCIENCIAS
Archivos de los autores y/o
las entidades participantes.

2006, Instituto Colombiano para el
Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología
Francisco José de Caldas,
Colciencias.

© Colciencias
Transversal 9 A. Bis No. 132-28
Bogotá, D.C.
Tel.: 625 8480
www.colciencias.gov.co

Impreso por:
Panamericana Formas e Impresos S.A.
Bogotá, D.C.

ISBN 958-8290-13-9



9 789588 290133

**Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología
Francisco José de Caldas
COLCIENCIAS**

MARIA DEL ROSARIO GUERRA DE MESA
Directora General

FELIPE GARCÍA VALLEJO
Director General -actual-

CARLOS JOSÉ BITAR CASIJ
Secretario General

FELIPE GARCÍA VALLEJO
Subdirección de Programas de Desarrollo Científico y Tecnológico

ÁLVARO TURRIAGO
Subdirección de Programas de Innovación y Desarrollo Empresarial

ZULLY DAVID HOYOS
Subdirección de Programas Estratégicos

FERNANDO GARCÍA GONZÁLEZ
Subdirección Financiero y Administrativo

MIGUEL TOBAR -Jefe -
Programa Nacional de Biotecnología

FERNANDO PÍO DE LA HOZ RESTREPO -Jefe -
Programa de Ciencia y Tecnología de la Salud

RAFAEL MARÍA GUTIÉRREZ SALAMANCA -Jefe -
Programa Nacional de Ciencias Básicas

DORIS JANETH RODRÍGUEZ CASTRO -Asesora-
Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar

JUAN JOSÉ PLATA CAVIEDES -Jefe -
Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas

MARÍA CRISTINA DURÁN -Jefe (E)-
Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat

JUAN JOSÉ PLATA CAVIEDES -Jefe (E)-
Programa Nacional de Estudios Científicos en Educación

ÓSCAR ALBERTO DUARTE TORRES -Jefe-
Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias

SERGIO FERNANDO CASTILLO -Jefe-
Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

YESID OJEDA PAPAGAYO -Jefe-
Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería

GABRIEL ALBERTO ZAMUDIO FALLA -Jefe-
Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad



Presentación General	pág. 7
Introducción	pág. 11
Casos ilustrativos 1990 - 2005	pág. 19
Programa Nacional de Biotecnología	21
Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud	37
Programa Nacional de Ciencias Básicas	53
Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar	69
Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas	83
Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat	99
Programa Nacional de Estudios Científicos en Educación	115
Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	131
Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	147
Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería	161
Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad	177
Conclusiones y recomendaciones	pág. 192
Conclusiones y recomendaciones de Política Científica Tecnológica y de Innovación (COLCIENCIAS)	186
Anexos	
Anexo 1 Metodología general del Estudio de Casos Exitosos de Investigación e Innovación, 1990 - 2005	197
Anexo 2 Análisis general de los casos seleccionados	203



Presentación General

75 maneras de generar conocimiento en Colombia

Ciencia y tecnología al servicio del cambio cultural y el desarrollo socioeconómico

Dra. María del Rosario Guerra de Mesa
Directora de COLCIENCIAS

En el comienzo del Siglo XXI, estamos asistiendo a la aparición de un nuevo paradigma tecno-económico que se impondrá en el presente milenio hasta transformar las estructuras culturales, sociales, económicas y ambientales del mundo. Se trata del *paradigma del conocimiento y la innovación*, que generará las mayores rupturas de la humanidad, precisamente porque consolida la *revolución científica y tecnológica*, es decir, la *revolución de las revoluciones*. Este paradigma es la base de la globalización económica mundial.

Así como en el paradigma de la producción en masa el factor básico de la función de producción era el capital, en el nuevo paradigma del conocimiento y la innovación, los recursos y factores claves de la función de producción son el conocimiento y la capacidad creativa del hombre. Las diversas economías nacionales y las propias empresas están sufriendo procesos de transformación profunda, que cambian los principios de sus estructuras productivas basadas en el anterior modelo, para asimilar y adaptarse a las nuevas condiciones planteadas por el conocimiento, la innovación y el capital humano.

De esta manera, el recurso clave del crecimiento y la productividad económica del Siglo XXI será, definitivamente, el conocimiento en todas sus dimensiones y complejidades. Aunque los recursos naturales, comenzando por la biodiversidad, continuarán siendo muy importantes en el futuro de la humanidad, sólo a través del conocimiento es posible su aprovechamiento sostenible con beneficios para nuestros países. Es decir, que únicamente a través del conocimiento los recursos naturales tendrán el máximo valor económico y ambiental.

De otro lado, los cambios culturales que requiere la humanidad en esta nueva época se apoyan en las transformaciones derivadas de los hallazgos de la ciencia y la tecnología y sus múltiples y variadas aplicaciones en los procesos sociales. Es decir, que toda sociedad que desee evolucionar en el futuro requerirá, imperativamente, contar con capacidades propias de generación, apropiación, transferencia, aplicación y difusión de conocimientos científicos y de desarrollo tecnológico.



Colombia, sociedad actualmente centrada en resolver sus grandes desafíos internos y externos, necesita de las explicaciones y soluciones que ofrece la ciencia y la tecnología modernas, a la luz del referido *paradigma del conocimiento y la innovación*.

Desde hace 37 años, con la creación de COLCIENCIAS en noviembre de 1968, Colombia ha tenido un esquema científico-tecnológico único en América Latina, caracterizado por la continuidad de la política, la estabilidad del marco jurídico, la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología / SNCyT, el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación / SNI, la creación de mecanismos diversificados de financiamiento y la participación en la toma de decisiones sobre las políticas, los planes, programas y proyectos a ejecutar.

Como resultado de este proceso progresivo de construcción de la política científico-tecnológica, el país exhibe hoy avances importantes en diferentes campos, como la formación de escuelas de pensamiento científico, el desarrollo balanceado de las Ciencias Básicas y de las Ciencias Sociales y Humanas, la conformación de grupos y centros de investigación competitivos internacionalmente, la formación de investigadores y de jóvenes investigadores, la popularización y apropiación social de la ciencia y la tecnología, la dinámica regional del quehacer científico-tecnológico y la conformación de redes de investigación que facilitan la globalización de la tecnociencia que se desarrolla en Colombia.

Una de las mayores y permanentes preocupaciones de la política nacional de ciencia y tecnología ha sido la construcción de la comunidad científico-tecnológica y de innovación con el compromiso de los actores participantes en grupos y centros de investigación, en las universidades y en los procesos de I+D de las empresas.

Este capital de conocimiento es el recurso definitivo en la transformación de una sociedad y una economía productiva, tal como lo exigen las condiciones para llegar a ser competitivos globalmente. La ciencia y la tecnología han sido concebidas en Colombia, también, como la base del cambio social y cultural que se requiere para lograr la sociedad en convivencia y con visión compartida de futuro que está en formación.

En particular, las Ciencias Sociales y Humanas han sido insumo para la comprensión de diversas realidades nacionales y para la toma de decisiones, a través de líneas de investigación como Conflicto, Justicia y Democracia, Desarrollo Humano y Dimensión Ética, Desarrollo Regional y Dinámica Social, Estudios Sectoriales y Teoría Económica, Estudios Sociales de la Ciencia, Identidades Culturales y Sistema Político y Relaciones de Poder, entre otras líneas del conocimiento.

Es decir, que la ciencia y la tecnología han tenido un doble enfoque. De una parte, con el conocimiento se ha buscado contribuir de forma directa al desarrollo económico y social del país y, desde este punto de vista, podemos hablar del sentido utilitarista del conocimiento; pero, de otra, la ciencia y la tecnología en sí mismas están contribuyendo a generar las transformaciones culturales de la sociedad y, desde esta perspectiva, podemos referirnos al sentido humanista del conocimiento.

Estas dos concepciones son sumamente importantes en la medida que se complementan y se requieren mutuamente, para lograr una política científica y tecnológica que tenga relación directa con los desafíos existentes en la sociedad colombiana como procesos de cambio cultural y social, y la rápida elevación de la productividad y competitividad de los sectores económicos.



Así que hacer ciencia y tecnología en los próximos años en Colombia significará dar respuesta permanente a las siguientes megatendencias:

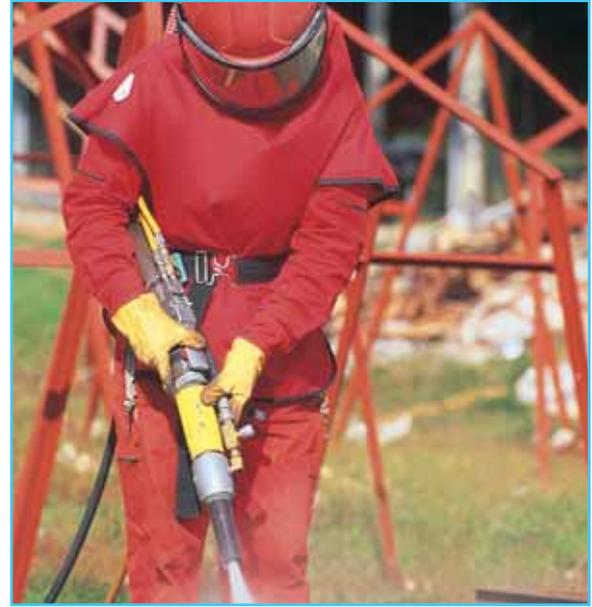
- a) *La revolución científica y tecnológica* manifiesta en la historia de la humanidad, a través de los impresionantes descubrimientos y avances de la ciencia y la tecnología, y sus diversas aplicaciones prácticas que se hacen evidentes en las innovaciones de productos y servicios.
- b) *La globalización económica, financiera, jurídica y política*, es decir, la integración de las mayores dimensiones que hasta ahora estaban limitadas al ámbito de los estados-nación y que en el futuro corresponderán a acciones conjuntas entre los estados integrados.
- c) *La sociedad planetaria y la cultura universal*, como la máxima expresión de la globalización del Siglo XXI, en particular, referida a la integración de valores, principios, estereotipos, mentalidades y prácticas de consumo.
- d) *La preservación, potenciación y uso sostenible de los recursos naturales*, en particular, de la biodiversidad, como la respuesta necesaria y urgente ante el desastre ecológico y climático que se vive actualmente, que tenderá a crecer aceleradamente en los siguientes años.
- e) *Un nuevo orden mundial*, que resuelva el actual y creciente desorden de las relaciones entre la hiperpotencia y las demás naciones del Norte y los estados del Sur, en búsqueda de una complementariedad necesaria donde *'todos nos necesitamos a todos'*, es decir, un mundo multipolar en términos geopolíticos, económicos, culturales y de población.

Particular importancia representa la *revolución científica y técnica* para lograr la globalización de la ciencia y la tecnología y alcanzar el desarrollo en el Siglo XXI. De esta manera, el concepto de *desarrollo nacional* poco a poco comienza a ser superado por el nuevo principio del *desarrollo global*, donde el papel del conocimiento es la clave para alcanzar otro estadio del desarrollo mundial.

En medio de la creciente pobreza social, la contaminación ambiental y el endeudamiento externo de muchas economías en desarrollo, la primera respuesta a estos enormes desafíos se relaciona con la posibilidad de llevar a cabo la señalada política de transferencia y flujos de conocimiento del Norte hacia el Sur, en particular, porque la nueva generación de riqueza está íntimamente ligada a la aplicación de los conocimientos a la producción de bienes y servicios con alto grado de innovación.

La segunda respuesta a tales retos de futuro, indudablemente, se relaciona con el propio esfuerzo de cada país en desarrollo para crear y potenciar sus propias capacidades científicas y tecnológicas en función de resolver problemas y necesidades propias del orden local y global.

Colombia ha realizado un esfuerzo continuo para potenciar sus capacidades de ciencia, tecnología e innovación y, en especial, para aplicar tales conocimientos en Ciencias Básicas, Ciencias Aplicadas y Ciencias Sociales y Humanas a la solución de sus propios problemas sociales, culturales, demográficos, educativos, ambientales, políticos y de las diferentes actividades económicas —del mar, agrarias, pecuarias, forestales, agroindustriales, industriales, de servicios tradicionales y de alta tecnología—.



En este orden de ideas, COLCIENCIAS reseña en la presente publicación especializada 75 casos —que reúnen 85 proyectos— realizados con éxito y financiados a través de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en el periodo 1990 - 2005, como una muestra de las capacidades científicas, tecnológicas, de innovación y de talento humano con que cuenta Colombia.

De esta manera, queremos mostrar a la opinión pública nacional e internacional que Colombia es capaz de generar y apropiar conocimientos científicos y tecnológicos para innovar los bienes y servicios de origen nacional y asegurar su inserción exitosa en los flujos del mercado global.

Ahora, la imagen de Colombia debe ser, también, la de un país y una sociedad que transita por los caminos del conocimiento científico y tecnológico para lograr su propio desarrollo social, económico y ambiental, mediante la articulación a los procesos de integración y globalización que nos llevarán, cada vez más, hacia un mundo convertido en un ‘pequeño vecindario’.

Invitamos a nuestros lectores a analizar cada proyecto y centro o grupo de investigación que realizó el esfuerzo de investigación presentado en esta publicación, con la finalidad de conocer, interesarse y participar en las actividades de ciencia, tecnología e innovación que se promueven y financian desde COLCIENCIAS.

En nuestra visión compartida de futuro, todos los colombianos somos fundamentales para la construcción de la imagen-guía de ser una sociedad y una economía del conocimiento, meta alcanzable hacia el año 2020, si todos fortalecemos nuestro trabajo del conocimiento y la innovación desde hoy mismo.

Felicito a todos los investigadores, centros y grupos de investigación que realizaron los proyectos seleccionados en esta publicación especializada, así como a las instituciones y empresas que les dieron soporte. El hecho de estar presentes en este medio de difusión es, en sí mismo, un reconocimiento explícito a su labor científica y humanista en bien de la sociedad y la economía colombianas en primera instancia, y de la sociedad y la economía global, en segunda instancia.

Doy una voz de aliento y apoyo a estos investigadores, pero, también, a todos los demás investigadores, centros y grupos de investigación y a las entidades y empresas que con mística y dedicación se entregan permanentemente a investigar, desarrollar tecnología e innovar, en búsqueda de lograr una economía más competitiva con sostenibilidad ambiental y, sobre todo, de formar una sociedad más justa y equitativa.

Agradezco al equipo editorial y a los funcionarios de COLCIENCIAS que facilitaron el logro de esta publicación.

La lectura y comprensión de los siguientes textos deberá traducirse en mayor confianza y seguridad en nuestras propias capacidades nacionales y regionales y en el aumento del compromiso de los diferentes actores sociales para elevar los índices de la productividad científica, tecnológica y de innovación de Colombia.



Introducción

La Investigación

“Conocer es hacer, hacer es conocer.”
Humberto Maturana.

“Conocer es conocer.”
Edgar Morín.

La apropiación social de los resultados de la investigación científica y la innovación

Zully David Hoyos
Sub-Directora de
Proyectos Estratégicos

Juan José Plata
Jefe del Programa Nacional de
Ciencias Sociales y Humanas

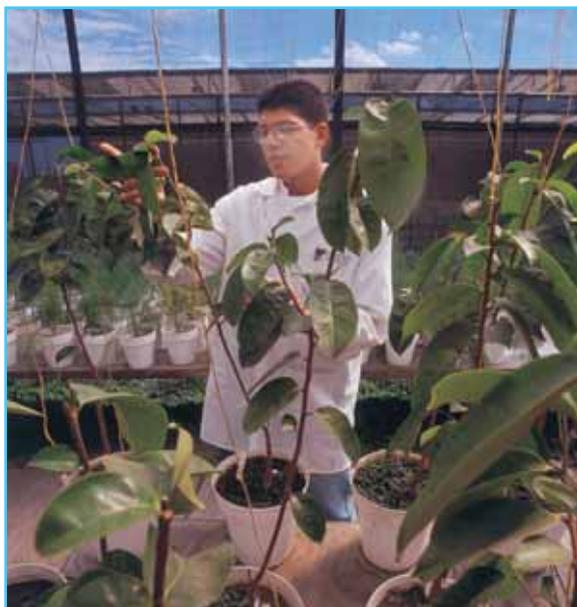
Colombia, en el contexto de América Latina y de los países líderes del mundo contemporáneo, reconoce que la ciencia y la tecnología representan una de las más modernas y eficaces estrategias de acción inmediata para la construcción del futuro nacional, entendido éste como desarrollo económico, político y social.

Ello será así en la medida en que sus políticas estén contenidas en los planes nacionales, regionales y municipales, en las agendas de futuro de las organizaciones productoras de bienes y servicios, en los planes de desarrollo institucional de las entidades de educación, en las actividades de las entidades sociales y en los programas, emisiones y ediciones de los medios de comunicación. Y sobre todo en la medida en que el conocimiento y la innovación conformen las tareas permanentes de las comunidades científicas y tecnológicas, para comprender y resolver problemas de las comunidades, crear oportunidades de mejor calidad de vida, contribuir a fortalecer el ejercicio de la democracia e incrementar la generación de ingresos que resuelvan necesidades humanas básicas e incrementen, finalmente, la riqueza nacional.

Para que la ciencia y la tecnología se conviertan en motor real de desarrollo económico, social, político y ambiental, se requiere la convergencia de tres hechos determinantes para el cumplimiento pleno de su rol social:

1. La decisión política de inversión y fomento en I+D, por parte de la concertación de los sectores público y privado.
2. El incremento de la calidad y cantidad del conocimiento referido a las prioridades del país.
3. La incorporación en cuanto a su comprensión y uso, por parte de la población, los estamentos, regiones y localidades que conforman la sociedad colombiana.

Por lo tanto, la **política nacional** propuesta por COLCIENCIAS, prioritariamente para el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología /SNCyT, debe comprometer a todo el estado, al sector empresarial, a la educación, a la organización social, a la cooperación internacional y a los medios de comunicación social para convertirse en una política eficaz de apropiación social dirigida a la creación y fomento de una cultura científica y tecnológica.



Al hacer explícita la importancia de entregar a las comunidades los resultados de la investigación y del desarrollo tecnológico, COLCIENCIAS se concibe a sí misma como una institución con capacidad de aprender y de aprender a aprender. Actualmente, en asocio con las diversas instancias del SNCyT, se encuentra frente al reto de repensar la institucionalidad de los mecanismos que se han establecido para proveer el conocimiento que demanda la sociedad. El propósito final es hacer que la ciencia, la tecnología y la innovación, sean parte inherente de la cultura nacional. Se trata, por lo tanto, de dar conciencia a la ciencia.

Atendiendo la necesidad de producir y aplicar conocimiento para confrontar adecuadamente los retos que tienen los colombianos como nación, COLCIENCIAS ha propuesto 7 estrategias para transformar el rol del conocimiento en la sociedad y abrir caminos que le permita llegar a ser una sociedad basada en el conocimiento ^{NOTA 1}, que se pueden resumir en los siguientes términos:

1. Nueva institucionalidad para el conocimiento.

Esta estrategia se dirige a explorar nuevas formas de relación entre productores y usuarios del conocimiento; desarrollar y consolidar redes de conocimiento fuertes —grupos, centros de excelencia, redes temáticas— y redes de consumidores y usuarios del conocimiento, entendidas como la formación de la inteligencia social de las organizaciones, regiones, comunidades, de modo que permitan la intervención y el compromiso de todos los actores del SNCyT y del Sistema Nacional de Educación /SNE por parte de educadores, investigadores, empresarios, los políticos, administradores, comunicadores de organismos públicos y privados.

2. Inversión sostenible y concertación de esfuerzos para la ciencia, la tecnología y la innovación.

La inversión y los recursos que se dedican a la generación del conocimiento que la sociedad requiere son insuficientes, confrontados con los estándares internacionales. Por lo tanto, se requiere un esfuerzo mayor de asignación y una priorización más estratégica de recursos destinados a la empresa social del conocimiento.

3. Incremento del capital humano formado para la investigación y la innovación.

El capital más valioso de cualquier sociedad es su talento humano. Por lo tanto, se requiere consolidar una mayor capacidad de investigación de alto nivel, para lo cual es fundamental comenzar a incentivar el espíritu científico de jóvenes, niños y niñas con interés por la exploración, la observación y las primeras inferencias del conocimiento.

4. Integración de la ciencia, la tecnología y la innovación a la cultura nacional.

Es esencial para la conformación de la sociedad del conocimiento que este circule y se incorpore a las instituciones, regiones y grupos de población. Es necesario mejorar los sistemas de información y la apropiación pública de la ciencia, haciendo que, más allá de la ciencia espectáculo, el conocimiento y su uso sean parte de la práctica social cotidiana.

5. Compromiso de los empresarios con la innovación y el desarrollo tecnológico.

La clave del éxito del mundo moderno está en la innovación. Un compromiso compartido entre los sectores público y privado es indispensable para sortear los retos de la inserción de los productos y servicios colombianos en los exigentes y competidos mercados globales.

Nota

¹ GUERRA DE MESA, María del Rosario. "Lineamientos básicos de política de Ciencia y Tecnología" COLCIENCIAS. Nov. 2003.



6. Fortalecimiento de la investigación para hacerla competitiva internacionalmente.

Si no hay una actividad de investigación dinámica y de alta calidad todo se derrumba. En el mundo de la ciencia no se puede hacer trampa y menos simular. Se requiere de grupos y centros de investigación consolidados y de excelencia.

7. Posicionamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación como actividades claves del desarrollo de las regiones.

Todo saber se expresa y usa localmente. Allí es donde se ponen a prueba los conocimientos universales en la solución de los problemas locales. De igual manera, a partir de la actividad de investigación pertinente —pertenencia al lugar— lo local se convierte en interlocución universal.

Todos los lineamientos anteriores apuntan a hacer más eficiente y eficaz la actividad de COLCIENCIAS en relación con su misión institucional de construir nación con base en la generación y uso del conocimiento, y se fundamentan en tres propósitos que la viabilizan:

- Consolidar la capacidad nacional en ciencia, tecnología e innovación;
- Promover los estándares de excelencia de la ciencia, la tecnología y la innovación;
- Propiciar la apropiación social del conocimiento.

Dentro de este contexto misional, el presente artículo se refiere a los procesos de construcción de capacidades, los esfuerzos para generar conocimiento científico e innovaciones apropiadas al país, sus organizaciones y sus regiones, así como las acciones que propician la apropiación social del conocimiento generado.

Consolidación de capacidades en ciencia, tecnología e innovación y los retos de futuro.

El país paulatinamente ha consolidado una capacidad en ciencia, tecnología e innovación. Esta capacidad es, ante todo, un esfuerzo realizado durante los últimos 50 años por las universidades, las organizaciones productivas y los gobiernos.

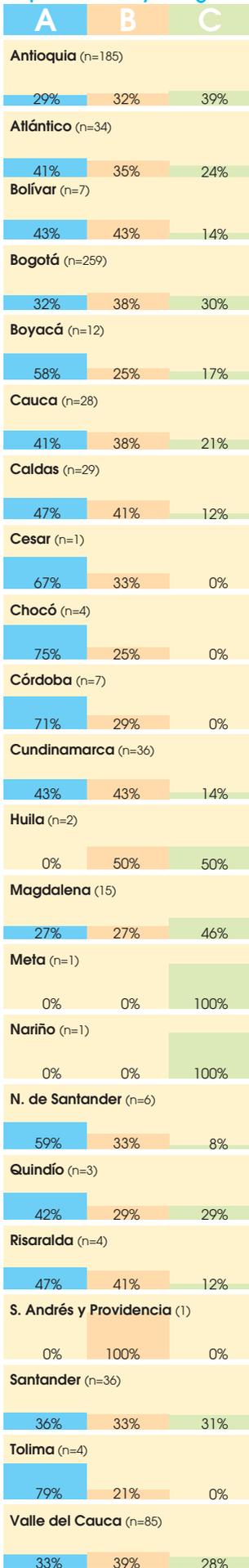
Concomitante con los procesos de transformación de la producción y la urbanización del país, también se ha consolidado una capacidad en ciencia y tecnología o, como algunos la denominan, en *tecnociencia moderna*. Interesante es hacer notar que, a partir de los años 90, esta capacidad se desarrolla reconociendo, a la vez, la riqueza de los saberes propios. Esta no ha sido una tarea fácil ni generalizada, pues existen diferencias grandes en dichas capacidades como se puede observar en la realidad. Sin embargo, se destaca que Colombia cuenta con numerosos grupos de investigación que trabajan en diálogo permanente, cooperan entre sí y se proponen agendas compartidas de investigación.

El Mapa 1 refleja el grado de concentración de capacidades de investigación en Bogotá, Medellín y Cali. Le siguen en capacidades Barranquilla, Bucaramanga, Popayán y el Eje Cafetero. También, la consolidación de comunidades de investigación en los actuales Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología ha sido desigual. Si se observan los resultados de la medición de grupos ^{NOTA 2}, se encuentra que los que presentan una comunidad más activa y consolidada —en términos de grupos de investigación y ejecución de proyectos con aportes de COLCIENCIAS— son los Programas Nacionales de Ciencias Sociales y Humanas, con 337 grupos medidos, de los cuales 62 son de categoría A y 80 son B; el Programa Nacional de

Nota

- ² Resultados convocatoria de COLCIENCIAS para medición de grupos, 2004.

Distribución porcentual por departamentos y categorías



Grupos de Investigación - Categorías A,B,C 2005



Mapa 1 República de Colombia. Distribución nacional de la medición por grupos en las categorías: A (azul), B (naranja) y C (verde) de los grupos de investigación reconocidos por COLCIENCIAS a febrero de 2005. Fuente: COLCIENCIAS. Subdirección de Desarrollo Científico y Tecnológico.

Número de artículos indexados

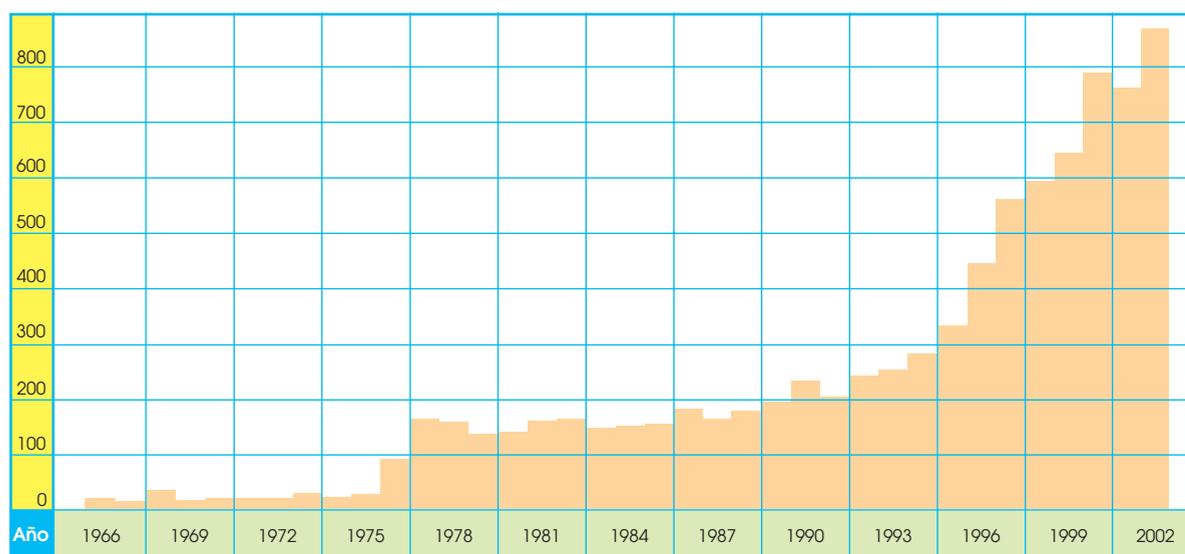


Gráfico 1 Crecimiento del número de artículos de autores colombianos publicados en revistas indexadas durante el período 1966 a 2002. (Tomado de: Forero, C., Jaramillo, H. y Villaveces, J. 2004. Evaluación de los programas de investigación y su impacto en la sociedad colombiana. Informe de proyecto de COLCIENCIAS).

Ciencias Básicas, con 168 grupos medidos, de los cuales 56 son categoría A y 55 son B; y el Programa Nacional de Ciencias y Tecnologías de la Salud, con 153 grupos medidos, de los cuales 40 son A y 49 son B. De ese modo, tenemos desequilibrios tanto regionales como por comunidades académicas. Uno de los retos de la política de ciencia y tecnología se orienta a construir estrategias que permitan atenuar tales asimetrías.

De igual manera, se han identificado nuevos retos, producto tanto de demandas internas como de las transformaciones del entorno global. A propósito de tales hechos, la Dirección de COLCIENCIAS ha promovido ante el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología /CNCyT iniciativas como la *Reforma de los Programas Nacionales* que pretende desarrollar un esquema de gestión más flexible y acorde con las tendencias contemporáneas de gestión del conocimiento ^{NOTA 3}.

Generación de conocimiento nuevo, desarrollo tecnológico e innovaciones sociales y productivas.

Se busca promover agendas de investigación más comprometidas con las dinámicas regionales y con los grandes problemas nacionales, que propicien la cooperación, la concertación de voluntades y esfuerzos que innoven inter y transdisciplinariamente. A la vez, se trata de impulsar una política de largo plazo que dinamice el SNCyT, propicie el esfuerzo mancomunado de todos sus actores acorde con las tendencias del conocimiento y las dinámicas sociales y productivas del país y sus regiones, en correspondencia con la *Visión Colombia 2019* que se viene construyendo de manera participativa a propósito del *Bicentenario de la República* ^{NOTA 4}.

La tercera revolución tecnológica en marcha, así como los procesos crecientes de globalización, las transformaciones urbanas y la emergencia de nuevos e impredecibles riesgos hacen que las clasificaciones clásicas entre campo y ciudad, agricultura e industria, sean insuficientes para abordar los nuevos desafíos del desarrollo, en especial, en lo relacionado con el lugar del campo y en lo atinente al desarrollo agrario y rural.

En la sociedad moderna no sólo han cambiado los modos de producir, circular y utilizar el conocimiento, sino también su lugar en la cultura. Si algo caracteriza el momento presente es la creciente demanda por conocimientos nuevos, innovaciones productivas, organizacionales y en los medios de comunicación y transporte. Estamos frente a una creciente incorporación de conocimiento en el flujo de bienes y servicios. Una situación de cambio tal que las viejas fórmulas ya no funcionan: la incertidumbre y la novedad son el pan de cada día.

En alguna medida estamos frente a una crisis de conocimiento, que emerge cuando aplicamos sistemas de información, o archivos documentales que no afectan la vida, ni las instituciones, ni inciden sobre lo que le sucede en el día a día a las comunidades. O cuando ideamos soluciones perfectas en el papel pero que no han sido conversadas con el "otro", o no han sido construidas como conocimiento compartido.

No podemos seguir pensando que conocimiento es ilustración y repetir cosas ya establecidas. Conocimiento es la capacidad de planteamiento, comprensión, asombro e imaginación que tiene la gente para resolver sus problemas. Si no desarrollamos capacidades de pensamiento estratégico vamos a seguir siempre plegados a la coyuntura, al hecho inmediato.

Notas

³ COLCIENCIAS. Junio 2005. Propuesta de Reforma de los Programas Nacionales. Documento aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en sesión del 22 de julio de 2005.

⁴ DNP. Agosto 2005. "Visión Colombia Segundo Centenario - 2019-"



Notas

⁵ Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia; Corporación Colombia Internacional; Corporación Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia; Centro de Investigación del Banano; Centro Nacional de Investigaciones del Café; Centro de Investigación de la Caña de Azúcar; Centro de Investigaciones en Palma de Aceite; Centro de Investigación Vinícola Tropical de Ginebra; Centro Virtual de Investigación de la Cadena de la Papa; Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

⁶ Centro de Desarrollo Tecnológico de Asistencia Técnica a la Industria - SENA; Corporación Centro Colombiano de Tecnologías del Transporte; Centro de Desarrollo Productivo de la Joyería; Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas; Corporación Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica; Centro de Innovación y Servicios para la Industria del Calzado; Corporación Centro de Capacitación y Desarrollo Tecnológico para la Industria Papelera; Centro Nacional de Tecnología de la Industria Agroalimentaria; Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Alimentos; Corporación para la Investigación de la Corrosión; Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico; Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Textil-Confección de Colombia - Cidetexco; Centro de la Investigación y el Desarrollo de la Industria de la Construcción; Centro de Desarrollo Tecnológico para la Competitividad de la Industria de la Comunicación Gráfica; Centro de Desarrollo Tecnológico Colombo Italiano - SENA; Corporación para la Investigación y Desarrollo en Asfaltos en el sector transporte e Industrial; Corporación Centro Red Tecnológico Metalmeccánico; Corporación Centro de Productividad y Desarrollo Tecnológico del Sector Metalmeccánico y Siderúrgico; Corporación Centro Tecnológico de la Industria Metalúrgica Eco-eficiente; Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho; Instituto Colombiano del Petróleo.

¿Qué debe ser una región? ¿Hacia dónde apunta su desarrollo?, ¿Qué tipo de tecnologías y conocimientos son necesarios para que sea viable? ¿Qué implicaciones tienen la creciente urbanización, las nuevas tecnologías, la cultura urbana? Las ciudades no son solamente aquellos espacios que están separados por lo que las une: El campo. Y el campo no es tan sólo el medio en el que emergen poblados y ciudades.

El producto de la actividad de los grupos de investigación y de innovadores colombianos es el conocimiento nuevo, o la aplicación creativa del conocimiento establecido a la solución de problemas relevantes. Esta producción, ante todo, se refleja en la publicación de artículos científicos en revistas indexadas.

Si bien el porcentaje de participación de la producción científica mundial de parte de América Latina, y en particular de Colombia, es modesta, lo destacable es el ritmo creciente de participación de la comunidad científica colombiana en las redes de conocimiento globales. La tasa de crecimiento de publicaciones científicas de Colombia es la más dinámica en los países latinoamericanos; hemos pasado de un promedio de 150 artículos indexados en los años 70 y 80, a más de 650 en el 2000; sin duda, se asocia dicho crecimiento con los aprendizajes institucionales dentro del SNCyT, antes señalados (Ver Gráfico 1).

En 1995, dentro de las innovaciones institucionales, se conceptualiza e impulsa el Sistema Nacional de Innovación /SNIC, se propicia la alianza de capital público y privado, así como la concurrencia de investigadores, gremios de la producción y gobierno para crear los *centros de desarrollo tecnológico*.

Con ello —y viendo la ciencia, la tecnología y la innovación como actividades mutuamente determinantes del SNCyT— se busca articular la ca-

pacidad existente en centros de investigación y desarrollo con nuevos centros y con la infraestructura institucional complementaria —incubadoras de empresas de base tecnológica, centros regionales de productividad— y con nuevos mecanismos financieros que se crean para incentivar la innovación y otras actividades complementarias.

Hoy se cuenta con una red muy activa de centros de investigación y desarrollo en el Sector Agropecuario ^{NOTA 5}, conformada por 19 centros de desarrollo tecnológico orientados hacia sectores industriales estratégicos de la economía nacional ^{NOTA 6}; y un grupo de centros orientados al sector servicios ^{NOTA 7}, que suman 37 centros. Algunos de ellos, como CORPOICA, cuentan en su organización con sub-centros o programas de investigación y desarrollo de primer orden. Mención especial merecen los centros de innovación y de desarrollo que se han establecido para el desarrollo de productos, innovaciones e investigaciones científicas de punta, orientados a tecnologías y conocimientos cuya convergencia marcará, sin duda, el devenir de la ciencia en el siglo XXI. ^{NOTA 8}

Este potencial es hoy un hecho gracias al desarrollo de la iniciativa de creación de *centros de investigación de excelencia*, iniciados en 4 temas prioritarios, lo que permitirá en pocos años consolidar estrategias de asociatividad y cooperación para lograr un conocimiento más oportuno y pertinente a las necesidades y potencialidades del país.

Cabe destacar la iniciativa de COLCIENCIAS al promover un *Pacto Nacional por la Innovación*, suscrito el 17 de febrero de 2005 con la presencia del Presidente de la República, Doctor Álvaro Uribe Vélez. Mediante este pacto empresarios, académicos, gobierno y sector financiero se comprometieron a unir esfuerzos y voluntades para impulsar la innovación y el cambio técnico que el sector productivo demanda en el contexto de la globa-



lización y los nuevos acuerdos comerciales. Se propusieron metas ambiciosas como llevar la inversión en ciencia, tecnología e innovación al 1,5% del PIB, con el 50% de su financiamiento como inversión del sector privado.

Apropiación social del conocimiento. Difundir, conocer y apropiarse para transformar.

Colombia enfrenta el reto y la necesidad de construir redes de conocimiento más fuertes. No nos `consumimos` unos a otros, no nos leemos, no nos comunicamos. Por lo tanto, hay necesidad de fortalecer las redes de generadores, de usuarios y de consumidores de conocimiento y eso tiene que ver con pensar prospectivamente.

Conectividad es estar dispuestos a entrar en contacto con alguien. Cultura son las redes de comunicación en las que vivimos. Las nuevas tecnologías de información y comunicación nos permiten entrar en contacto con diversas personas, conocimientos y oportunidades, y para que esto ocurra, debemos tener claro dónde estamos situados. Todo conocimiento es local y tiene sentido en su contexto; local en la medida en que se sitúa en su entorno y en las necesidades en las que ese entorno se manifiesta para la gobernabilidad y la sostenibilidad del uso de los recursos, y para la manifestación de la vida.

La Constitución reconoce la diversidad de expresiones culturales de nuestro país, lo cual no quiere decir que lo aceptemos socialmente. Nosotros nos seguimos pensando por estereotipos de una región a otra. La mejor manera de construir un proyecto de país es conocernos, y esto se logra a través de la comunicación permitiendo que los resultados de investigación circulen por los más diversos medios.

Esto es conectividad: aprender a dialogar y comunicarse con el otro para poder conocernos, porque la información y el conocimiento nos permitirán siempre actuar más lucidamente.

El reto es comunicar el mundo de la investigación y el mundo de la vida. Desde COLCIENCIAS nos preguntamos ¿Cómo hacer más densas y activas las redes de conocimiento? ¿Cómo construir lazos y mecanismos de comunicación más fluidos entre las redes de generadores y las de usuarios de dichos conocimientos? ¿Cómo construir los nexos entre investigadores y tomadores de decisiones? ¿Qué tan pertinentes son los conocimientos que producimos, circulamos y aplicamos?

Lograr la integración entre el mundo de la academia y el mundo de la vida, planteada en el pasado por Orlando Fals Borda como investigación-acción, es, quizá, uno de los retos más vitales. Este reto de alguna manera se refleja en los supuestos que se debaten hoy, cuando afirmamos que todo conocimiento es situado, que se hace necesario globalizar lo local y localizar lo global.

El reto del diálogo entre concededores implica construir un diálogo más descentrado, promover la comunicación y los esfuerzos conjuntos para generar capacidad de producir y apropiarse conocimiento entre los países del sur, y su interlocución con los países del norte en pie de igualdad.

De igual manera, significa la posibilidad de comunicación entre la academia y las comunidades, y entre los investigadores y los tomadores de decisiones. Esta necesidad puede allanarse mediante el fortalecimiento de las capacidades de generación y apropiación social de conocimiento en regiones próximas por su legado histórico, cultural, natural, dinámicas económicas y productivas.

Notas

⁷ Centro Tecnológico del Empaque, Embalaje y Transporte; Centro Nacional de Desarrollo Tecnológico para el sector Comercio y Servicios en Colombia; Corporación Calidad; Superintendencia de Industria y Comercio / División de Metrología.

⁸ Corporación para el Desarrollo de la Biotecnología; Centro de Apoyo a la Tecnología Informática; Corporación para Investigaciones Biológicas; Centro de Desarrollo Tecnológico del Sector Electro, Electrónica e Informática; Centro Internacional de Física; Centro de Investigaciones de las Telecomunicaciones; Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales; Corporación para el Desarrollo de la Electrónica en el Eje Cafetero; Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología; Instituto Tecnológico de Electrónica y Comunicaciones.



Este reto no se puede abordar si no se reconoce que las comunidades también generan conocimiento. Las comunidades tradicionales indígenas, campesinas o de pescadores, cazadores y trashumantes han desarrollado estrategias adaptativas al entorno, esto es, formas de hacer y saber. Es a este tipo de diálogo que convoca la investigación-acción: El diálogo entre ciencia y vida, entre academia y comunidades, diálogo permanente entre pensamiento y acción.

Uno de los pilares de la misión de COLCIENCIAS es la apropiación social del conocimiento. Buena parte de la actividad realizada se orienta a hacer de la ciencia, la tecnología y la innovación parte de la cultura de los colombianos y colombianas. En efecto, en tal sentido se destacan iniciativas como la separata del diario *Portafolio*, de Bogotá, dedicada al tema de la innovación y dirigida a sensibilizar al sector productivo sobre la necesidad de apostarle al conocimiento. De igual manera programas como *Pa'ciencia*, dirigido al público infantil y juvenil, que divulgan las realizaciones del sector científico en un lenguaje audiovisual, así como el programa *Mente Nueva*, o las notas para llenar los ambientes en nuestros aeropuertos de información y de contenidos de ciencia, apuntan a resaltar los logros del país en el campo de la investigación y desarrollo.

Es importante que la sociedad tome conciencia del conocimiento como un factor estratégico para su desarrollo.

La presente publicación destaca de igual manera los logros de esfuerzos continuos en diversos campos del saber —desde el conocimiento sobre nosotros mismos, nuestra riqueza étnica y cultural, el devenir de nuestros conflictos, hasta la manera

de innovar en lo social— así como los avances en el campo de la salud, la biotecnología, las innovaciones productivas o en el conocimiento básico.

Esta muestra de proyectos destacados, que no es exhaustiva, hace evidente el potencial de aplicaciones y usos del conocimiento generado por nuestros grupos de investigación, y resalta nuestro propósito misional: Construir nación con base en la generación y uso del conocimiento.

Finalmente, será el lector de los estudios de caso que se incluyen a continuación, quien valore en ellos la relevancia de la comunicación entre investigación y apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación, y quien, en un mosaico inteligente, arme una imagen dinámica de la aplicación del conocimiento válido a los temas y problemas del desarrollo de la regiones y del país como un todo.

Esta muestra nacional enmarcada dentro de los Programas de Ciencia, Tecnología e Innovación de COLCIENCIAS puede ser la base para generar una interacción entre ciencia y sociedad, a sabiendas de que la conciencia de la ciencia deviene de la sociedad y no de la ciencia misma, como se ha magnificado en el pasado, cuando el gabinete del investigador era el ámbito y frontera de su agenda y desarrollo personal.



Casos destacados 1990 - 2005

<u>Programa Nacional de Biotecnología</u>	pág.	<u>21</u>
<u>Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud</u>	pág.	<u>37</u>
<u>Programa Nacional de Ciencias Básicas</u>	pág.	<u>53</u>
<u>Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar</u>	pág.	<u>69</u>
<u>Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas</u>	pág.	<u>83</u>
<u>Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat</u>	pág.	<u>99</u>
<u>Programa Nacional de Estudios Científicos de la Educación</u>	pág.	<u>115</u>
<u>Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias</u>	pág.	<u>131</u>
<u>Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática</u>	pág.	<u>147</u>
<u>Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería</u>	pág.	<u>161</u>
<u>Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad</u>	pág.	<u>177</u>



Producción del alérgeno mayor del ácaro <i>Blomia tropicalis</i> mediante tecnología ADN recombinante	pág.	22
Ganado criollo colombiano	pág.	24
Procesamiento y análisis de imágenes como herramienta para medir la actividad MTT-Reductasa en cardiomiocitos ventriculares aislados	pág.	26
Validación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para el diagnóstico específico de la tuberculosis bovina	pág.	28
Estandarización de métodos de limpieza y propagación rápida <i>in vitro</i> de variedades promisorias de uvas de mesa y de vino en el Departamento del Valle	pág.	30
Obtención de plantas transgénicas de papa resistentes al virus X de la papa y al virus del enrollamiento de la hoja de la papa mediante transformación con <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	pág.	32
Obtención de cepas nativas de <i>Bacillus thuringiensis</i> con actividad bioinsecticida contra coleópteros y evaluación de alternativas de uso de cultivos de <i>Solanum tuberosum</i>	pág.	34

Programa Nacional de Biotecnología

Miguel Tobar
Adriana Rosillo

El Programa Nacional de Biotecnología ha contribuido a consolidar la capacidad científica, tecnológica e innovativa del país, a través de la formulación e implementación de políticas conducentes a la formación del recurso humano, al intercambio científico y tecnológico nacional e internacional y a dar soporte financiero a proyectos agroalimentarios, de salud y medio ambiente. De esta manera, la biotecnología se ha convertido en un componente fundamental del desarrollo socioeconómico del país.

La biotecnología, como aplicación de la ciencia y la ingeniería al uso innovador de organismos vivos o sus partes para la producción de bienes y servicios o para el mejoramiento de los existentes, ha sido utilizada por el hombre desde tiempos remotos. A partir de los grandes avances científicos y tecnológicos en biología celular y molecular que tuvieron lugar en el Siglo XX, la biotecnología moderna ha ganado un protagonismo mayor por el amplio panorama de posibilidades que favorecen el crecimiento económico y el desarrollo social.

La aplicación y el desarrollo de la biotecnología se incrementarán en el Siglo XXI. Por lo tanto, el país debe participar activamente en las dinámicas de la investigación mundial en este campo.

En Colombia, la biotecnología ha empezado a consolidarse como una de las principales herramientas utilizadas tanto en las actividades de investigación científica lideradas por el sector académico, como en aquellas relacionadas con el sector industrial y tecnológico para producir bienes y servicios que, en gran medida, han aportado para la solución de problemas del país.

Son múltiples los ejemplos de proyectos de investigación científica que a lo largo de estos años han aplicado la biotecnología para buscar respuestas a los problemas agropecuarios, de salud, medio ambiente e industria más relevantes. Muchos de ellos han obtenido resultados muy valiosos.

Por esta razón ha sido difícil la selección de los proyectos exitosos que presentamos, que incluye la utilización de la biotecnología para el desarrollo de elementos de diagnóstico en salud animal, el mejoramiento genético de variedades de plantas de interés comercial, la caracterización de nuestra biodiversidad y la realización de estudios biológicos básicos que pueden tener aplicación en el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas en el sector de la salud.

La siguiente es una muestra de lo que el país puede lograr cuando convergen los esfuerzos multidisciplinarios e intersectoriales para promover la investigación a alto nivel en biotecnología.

Producción del alérgeno mayor del ácaro *Blomia tropicalis*

Aplicaciones de la tecnología de ADN recombinante

Desde hace más de 15 años, Colombia entró en la era de la biotecnología moderna, referida a la utilización de nuevos desarrollos del ADN recombinante y técnicas avanzadas de cultivo de células y tejidos e inmunología.

Entidades responsables:
U. de Cartagena / Instituto de Investigaciones Inmunológicas, Cartagena.
Con la colaboración de las siguientes entidades: University of South Florida, USA / Division of Allergy and Clinical Immunology; Johns Hopkins Asthma and Allergy Center, Baltimore, USA.; National University of Singapore, Singapore / Faculty of Medicine.

Investigador principal:
Luis Caraballo

Co-investigador:
Leonardo Puerta
Silvia Jiménez
Dilia Mercado
Beatriz Martínez

Correo electrónico:
lpuerta@costa.nef.co

A principios de la década de 1990 —al inicio del proyecto del genoma humano, el esfuerzo de investigación mundial más prospectivo de todos los tiempos, por parte del Instituto Nacional de Salud, de EE. UU. de N.A. y la empresa Celera Genomics— Colombia comenzaba a tener presencia internacional por sus avances científicos en el campo del ADN recombinante, a través de grupos como el que ejecutó el trabajo científico que aquí se reseña.

Asimilación y generación de conocimiento sobre ADN recombinante

Este esfuerzo científico fue valioso por haber caracterizado, por primera vez, la composición alérgica del ácaro *Blomia tropicalis*, y por la construcción de una biblioteca de ADNc (Ver Tabla 1) en este tema, la clonación de varios genes codificadores de alérgenos, la obtención de varios alérgenos recombinantes expresados en *Escherichia coli* —lo cual permitió su caracterización molecular e inmunológica—, la utilización de los alérgenos recombinantes para pruebas de diagnóstico de alergia inducida por este ácaro y el conocimiento del grado de reactividad cruzada con alérgenos presentes en otras especies de ácaros (Ver Tabla 2).

Se destacan, además, el aislamiento de varios clones recombinantes que codifican para alérgenos

nativos, y la identificación y caracterización molecular e inmunológica de tres alérgenos comprometidos en el desencadenamiento del asma alérgica.

Además, el Grupo de Investigación afianzó la posibilidad de desarrollar un *kit* de diagnóstico, adelantó un amplio proceso de divulgación internacional de los resultados en revistas reconocidas y el registro de la secuencia de nuevos alérgenos en las bases de datos.

La investigación generó nuevo conocimiento a partir de la asimilación del saber disponible en el mundo sobre ADN recombinante, y formó investigadores colombianos en un tema de avanzada para su momento.

Con ello, se benefició de modo significativo a la comunidad científica nacional, conocedora e interesada en el dominio de técnicas del ADN y a la sociedad en general, principalmente a los afectados por enfermedades alérgicas, al ofrecer un alérgeno inductor de asma alérgica con alto grado de pureza. En síntesis, se logró crear una infraestructura física y humana con excelente nivel para la aplicación de la Biotecnología en el estudio de problemas relacionados con la salud humana.

Los resultados de esta investigación sentaron las bases para que el "Grupo de Alergología Experimental e Inmunogenética" del Instituto de Investigaciones

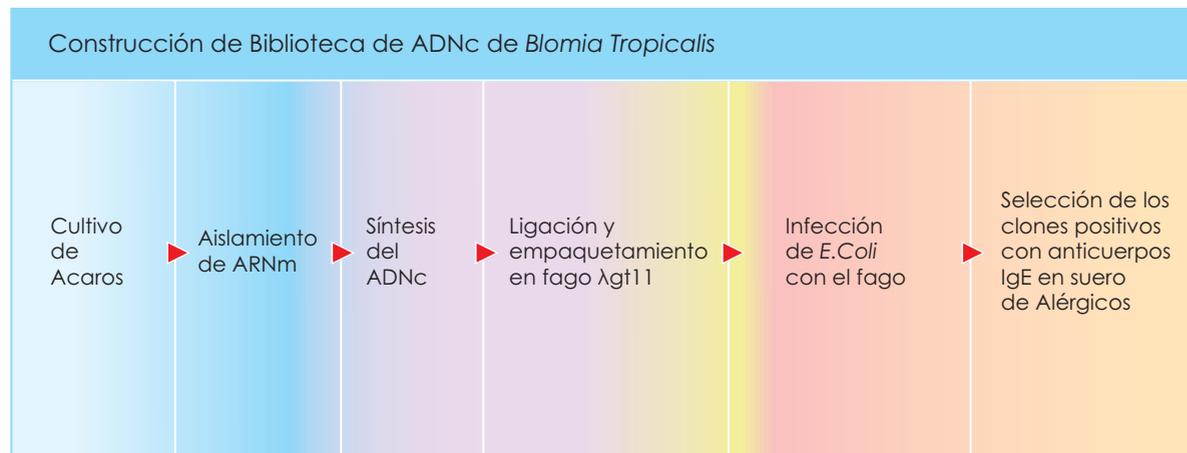


Tabla 1 Esquema general utilizado para construir la biblioteca de ADN complementario del ácaro *Blomia tropicalis* y selección de los clones codificando por alérgenos. Fuente: Documentos del Proyecto.



Foto 1 Microfotografía electrónica del ácaro *Blomia tropicalis*.

Inmunológicas de la U. de Cartagena, incursionara en la obtención de dichos alérgenos en diferentes sistemas de expresión —bacteria y levadura—, en la caracterización de la actividad biológica de alguno de ellos y en la evaluación de su utilidad en el diagnóstico de alergias por ácaros.

Es importante destacar el nivel de colaboración con pares internacionales de reconocida trayectoria en el área de investigación logrado por el Grupo en el desarrollo de este proyecto, relación que se ha mantenido con éxito como se refleja en la ejecución conjunta de nuevos proyectos y publicaciones.

Hoy, el Grupo de Investigación planea generar moléculas hipo-alérgicas mediante mutagénesis y de moléculas híbridas a través de la manipulación genética de diferentes genes de alérgenos clonados.

Dichas moléculas se usarán para explorar su utilidad en el diagnóstico y la inmunoterapia de las enfermedades alérgicas.

Biotecnología al servicio de los pacientes con asma alérgica

En Colombia, en el conjunto de proyectos de investigación que han desarrollado su capacidad y su infraestructura científica — en particular, en biotecnología agrícola y en biotecnología para la salud humana— este proyecto contribuyó a consolidar la línea de investigación del ADN recombinante para la atención de los pacientes con asma alérgica y es un excelente ejemplo de la ciencia puesta al servicio de la salud, en la búsqueda de soluciones a enfermedades que afectan a grupos importantes de la población.

También, el presente proyecto permitió asimilar e integrar técnicas para la manipulación del ADN, aporte que ha fortalecido las capacidades científicas y de investigación como conocimiento útil para que el país pueda generar nuevos productos y servicios biotecnológicos.

Nombre	No. de acceso Gene Bank	% reactividad en alérgicos
Blo t 5	U27702	75
Blo t 12	U27479	50
Blo t 13	U58106	11

Tabla 2 Secuencias de nucleótidos de alérgenos registrados en base de datos. Fuente: Documentos del Proyecto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- CARABALLO, L., PUERTA, L., MARTÍNEZ, B. and MORENO, L. (1994) Identification of Allergens from the mite *Blomia tropicalis* Clin Exp Allergy. 24:1056-1060.
- CARABALLO, L., AVJIOGLU, A., MARRUGO, J., PUERTA, L. and MARSH, D. (1996) Cloning and expression of complementary DNA coding for an allergen with common antibody binding specificities with three allergens of the house dust mite *Blomia tropicalis*. J Allergy Clin Immunol. 98:573-579.
- PUERTA, L., CARABALLO, L., FERNÁNDEZ-CALDAS, E., AVJIOGLU, A., MARSH, D., LOCKEY, R. and DAO, M. (1996) Nucleotide sequence analysis of a cDNA coding for a *Blomia tropicalis* allergen. Allergy Clin Immunol. 98:932-937.
- CARABALLO, L., MARTÍNEZ, B., JIMÉNEZ, S. and PUERTA, L. (1996) HLA-DR3 is associated with the IgE Immune responsiveness to a recombinant allergen from *Blomia tropicalis* (BT). Advances in Experimental Medicine and Biology. 409:81-83.
- CARABALLO, L., PUERTA, L., JIMÉNEZ, S., MARTÍNEZ, B., MERCADO, D., AVJIOGLU, A. and MARSH, D. (1997) Cloning and IgE Binding of a Recombinant Allergen from the Mite *Blomia tropicalis*, Homologous with Fatty Acid-Binding Proteins. Int Arch Allergy Immunol. 112:341-347.
- CARABALLO, L., MERCADO, D., JIMÉNEZ, S., MORENO, L., PUERTA, L. and CHUA, KY. (1998) Analysis of the cross-reactivity between BtM and Der p 5, two group 5 recombinant allergens from *Blomia tropicalis* and *Dermatophagoides pteronyssinus*. Int Arch Allergy Immunol. 117:38-45
- PUERTA, L., MALCOLM, K., JIMÉNEZ, S. and CARABALLO, L. (1999) Structural and Ligand Binding Analysis of Recombinant Blot 13 allergen from *Blomia tropicalis* mites, a Fatty Acid Binding Protein Int Arch Allergy Immunol. Intert Arch Allergy Immunol. 119:181-184

Ganado criollo colombiano

Estimación de mestizaje

En los últimos años, la presión del mercado alimentario mundial ha incrementado notablemente la demanda de alimentos de origen animal en los países en desarrollo, e impulsado una `revolución ganadera`, como una tendencia para mejorar sustancialmente la producción de carne y leche. Con anterioridad, las mayores demandas se atendieron ampliando las poblaciones de ganado, lo que hoy plantea severos límites debido a la reducción de la superficie de tierras disponibles y a su impacto ambiental.

Entidad responsable:
U. de Antioquia /
Grupo de Investigación
Laboratorio de Genética
Molecular Genmol

Investigador principal:
Gabriel Bedoya Berrío

Co-investigadores:
Nelson Bermúdez
Luis Carvajal
Guadalupa Polanco
Jorge Ossa
Martha Olivera
Andrés Ruiz

A Colombia le interesa prioritariamente conservar y potenciar su riqueza ganadera y su diversidad genética. Durante los dos últimos siglos y como resultado de procesos de cruce absorbente con razas importadas, la ganadería nacional ha perdido un gran número de razas y animales criollos, debido a los procesos de selección artificial, y se corre el riesgo de perder los núcleos genéticos autóctonos.

Esta investigación analizó 7 razas de ganado criollo colombiano (GCC), mediante la evaluación de marcadores genéticos en el cromosoma Y, el ADN mitocondrial y el ADN nuclear de cromosomas autosómicos, con respecto al mestizaje paterno con razas importadas cebuinas, la estructura filogenética, la diversidad genética poblacional y el grado de mestizaje autosómico en 6 de las 7 razas.

También, el proyecto enmarcó el mestizaje criollo en la filo-geografía internacional del ganado, para comparar la información genética obtenida en otras poblaciones de ganado en el mundo e identificar los orígenes de los ganados de Colombia. Para ello se analizaron 110 secuencias de DNA mitocondrial obtenidas de las siguientes razas de ganado criollo: chino santandereano (ChS), costeño con cuernos (CCC), romosinuano (RS), casanareño / CN, sanmartinero (SM), blanco orejinegro(BON) y hartón del Valle (HV), (Ver gráfico 1).

Ganado criollo colombiano, mezcla ancestral de europeo y un 26% de africano

Con la aplicación de las técnicas biotecnológicas se descubrió que los linajes maternos de las razas GCC son una mezcla ancestral de ganado europeo con africano —26% aprox.—, y se reconoció que estas tienen una diversidad mayor que las reportadas para África y Europa, lo cual implica que aquellas tienen variantes génicas de resistencia a enfermedades comunes en el trópico.

Con el uso de la metodología de marcadores microsatélites del cromosoma Y se determinó que las razas GCC con mayor porcentaje de patrilinajes cebuinos son las HV y ChS, con 9% y 27%, respectivamente. También se identificó una combinación conformada por variantes —alelos— de varios marcadores, útil como marcador de pureza en reproductores GCC, conformado por alelos 132, 184, 158 (col1) de 3 microsatélites en el cromosoma Y, que se usa para asegurar que el macho que se utilice en reproducción no tenga mezcla con cebú. De otra parte, se determinó que las poblaciones GCC presentan entre sí una estructuración genética considerable a nivel de matrilineajes y genoma nuclear.

Correo electrónico:

gbedoya@catios.udea.edu.co



Fotos 1-2 Trabajo en el Laboratorio del Grupo de Investigación GENMOL en la U. de Antioquia.

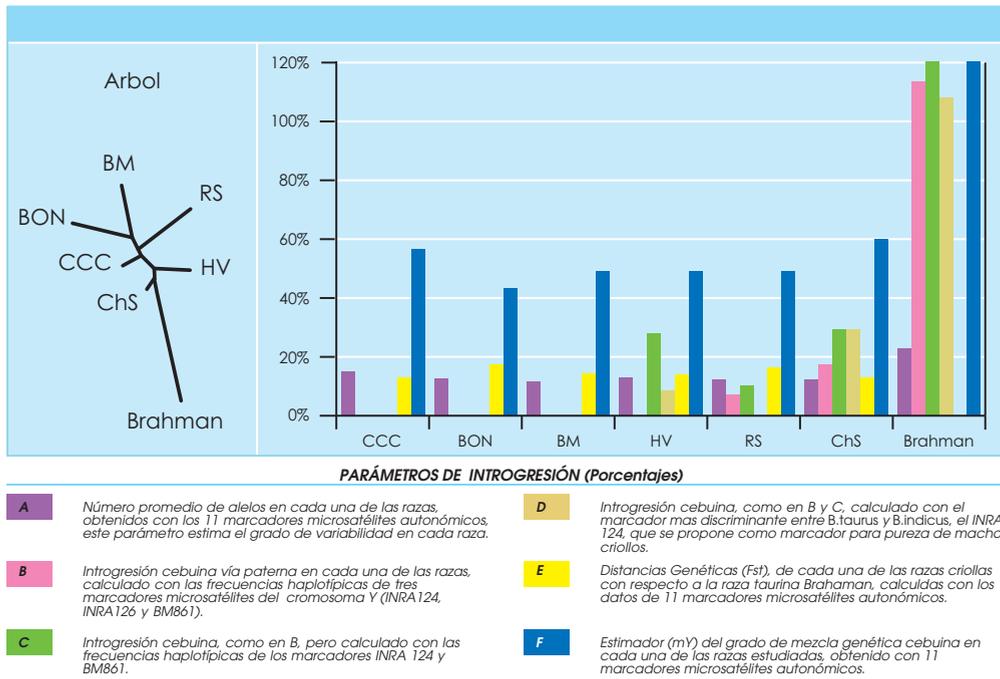


Gráfico 1 Comparación de Parámetros. Árbol de distancias genéticas de Nei, construido con el método neighbor-joining donde se pueden apreciar las relaciones genéticas de cada raza de GCC con la raza Brahman, lo cual depende del grado de introgresión cebuina. Fuente: Documentos del Proyecto.

Con los marcadores autonómicos se corroboró lo hallado con los marcadores del Cromosoma Y, en el sentido de que, en las 7 razas analizadas, las HV y ChS presentan la mayor mezcla cebuina.

Este proyecto incrementó el conocimiento en biotecnología pecuaria, facilitando la realización de una publicación internacional en una revista de gran impacto como es *Genetics*, y varios capítulos de un libro sobre GCC. Además, se formaron jóvenes investigadores.

Beneficios para la ganadería colombiana

De los resultados de la investigación se benefician las instituciones públicas y privadas, las asociaciones de criadores y los criadores particulares, comprometidos

con la conservación y potenciación del GCC y, en especial, el sector de ganadería, una de las actividades económicas más importantes y tradicionales de Colombia.

Con base en este conocimiento, ahora las instituciones y los criadores tienen la posibilidad de hacer una mejor y más eficiente selección de los animales a mantener y conservar, mediante la identificación de los animales mestizos. Además, los resultados de la investigación son útiles para definir los estándares genéticos de las razas criollas.

Esta investigación contribuyó a fortalecer la línea de investigación en 'Genética de Poblaciones', dentro de la biotecnología pecuaria, mediante la aplicación de marcadores moleculares de ADN, y al mejor conocimiento del potencial genético y productivo de las razas criollas. A la vez, ge-

neró medidas prácticas para evitar que esta reserva genética pierda sus características adaptativas, o desaparezca, debido a los procesos de cruzamiento absorbentes con los ganados foráneos no adaptados, como ha sucedido con razas criollas en África y en otras regiones del mundo.

Dado el interés de Colombia de conservar y potenciar la riqueza genética pecuaria, es fundamental asegurar la conservación de los núcleos de ganados autóctonos frente a la intensa selección artificial que se ha venido dando en el mundo en general.



Foto 3 Ejemplar de ganado BON (blanco orejinegro).



Foto 4 Ejemplar de ganado CN (casanareño).

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. BEDOYA, G., HERNÁNDEZ, E., BERMÚDEZ, N., CARDONA, H., DUQUE, C., ARIAS, W., VALENCIA, A., OSSA, J., OLIVERA, M., CARVAJAL, L. y RUIZ, A. (2003) Una aproximación al origen genético y grado de mezcla en BON y otras razas de ganado criollo colombiano, en el libro *Ganado BON Contribución a la preservación y propagación del Ganado Criollo Colombiano*. Fondo Editorial Biogénesis. Pág. 67-89.
2. CARVAJAL, L., BERMÚDEZ, N., OLIVERA, M., ESTRADA, L., OSSA, J., BEDOYA, G. y RUIZ A. (2003) Abundant mtDNA diversity and ancestral admixture in Colombian criollo cattle (*Bos taurus*). *Genetics*. 165 (3):1457-1463.

Procesamiento y análisis de imágenes como herramienta para medir la actividad MTT-reductasa en cardiomiocitos ventriculares aislados

Uso de imágenes para evaluar en tiempo real la viabilidad de células cardíacas

Las enfermedades cardiovasculares —en particular la isquemia— son un problema de salud importante y creciente en el país y en el mundo. A pesar de los avances en la farmacoterapia y de los procedimientos de revascularización coronaria disponibles, la enfermedad cardíaca isquémica es una de las primeras causas de morbilidad entre adultos latinoamericanos, causando unas 270.000 muertes anuales.

Entidad responsable:
Instituto Nacional de Salud /
Grupo de Investigación
Laboratorio de Fisiología
Molecular
Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Luis Alberto Gómez Grosso

Joven investigador:
Giovanni Fajardo

Tesista:
Gustavo Gómez

Correo electrónico:
lagomez@unal.edu.co
lgomez@ins.gov.co

En Colombia, estas causas de morbilidad tienen la tendencia general a incrementar su incidencia y presentan una alta prevalencia en la población laboralmente activa. No obstante, el pronóstico de estas enfermedades que causan la muerte de las principales células del corazón —los cardiomiocitos— es muy pobre, debido en gran parte al escaso conocimiento de los sustratos celulares y moleculares responsables de la citoprotección y lesión, viabilidad y estado funcional de estas células, restringiendo la terapia actual al tratamiento de los signos y los síntomas de aquellas.

Por lo tanto, es necesario investigar diferentes estrategias de prevención, terapias y mecanismos de citoprotección que reduzcan la prevalencia, los síntomas y la subsiguiente morbilidad y mejoren la calidad de vida de los pacientes. Justamente, el estudio detallado de los cardiomiocitos podría generar el conocimiento necesario para desarrollar nuevas, mejores y más específicas formas de intervención, que protejan a las células cardíacas de lesiones mortales, como puede ocurrir en un infarto, o en situaciones de falla cardíaca, entre otras.

Una herramienta económica, rápida y sencilla para monitorear la viabilidad de los cardiomiocitos en tiempo real

El potencial regenerativo y citoprotectivo de algunos medicamentos utilizados en el tratamiento de las enfermedades cardiovasculares no ha sido suficientemente estudiado, entre otras razones, debido a la dificultad para obtener y cultivar células cardíacas adultas y a las insuficientes herramientas para monitorear, en el tiempo y espacio, la morfología y la actividad metabólica de las células cardíacas.

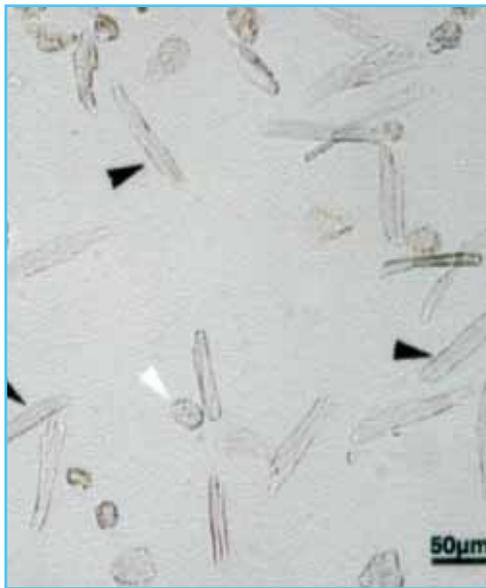
Esta investigación combinó la tecnología de procesamiento y análisis de imágenes digitales con la valoración de la actividad metabólica y la variación en la morfología del cardiomiocito, y estudió, *in situ* y tiempo real, la viabilidad de las células cardíacas ventriculares aisladas a nivel unicelular expuestas a condiciones de citoprotección y lesión.



Foto 1 Corazón viable y sano. En condiciones de adecuada perfusión y oxigenación.



Foto 2 Corazón necrótico. Después de haber sido sometido a isquemia, por interrupción de la perfusión y oxigenación, como puede ocurrir en un infarto agudo del miocardio.



Fotos 3-4 *Morfología de una célula de corazón viable y después de morir. A la izquierda se observa una célula cardíaca elongada, en forma de bastón y viable; a la derecha, esta misma célula, acortada y muerta, 20 minutos después de haber sido sometida a lesión por carencia de oxígeno.*

Para ello se perfeccionó un ensayo colorimétrico basado en la reducción del Bromuro de (3,4-5-dimetiltazol-2-yl-2,5-difenil tetrazolium) MTT —por el complejo enzimático que reduce el MTT—. Es decir, se evaluó la actividad MTT-reductasa considerada como un indicador para determinar la viabilidad celular. Al detectar e identificar los cambios en la actividad MTT-reductasa intracelular y asociarlos con los cambios en la longitud de los cardiomiocitos aislados de manera simultánea y durante 45 minutos, mediante el uso de un analizador de imágenes asistido por computador, fue posible diferenciar las células cardíacas vivas de las muertas, cuando estas fueron expuestas a diferentes condiciones simuladas de citoprotección o de lesión cardíaca como la isquemia (Ver gráficos 1 y 2).

Esta investigación es importante y novedosa porque esencialmente es un ensayo directo y específico en una célula cardíaca individual, que a su vez, puede ser empleado en condiciones de bajo número de

células cardíacas obtenidas, p.e., a partir de una biopsia. Esta información a nivel unicelular es precisa, sensible, rápida y reproducible.

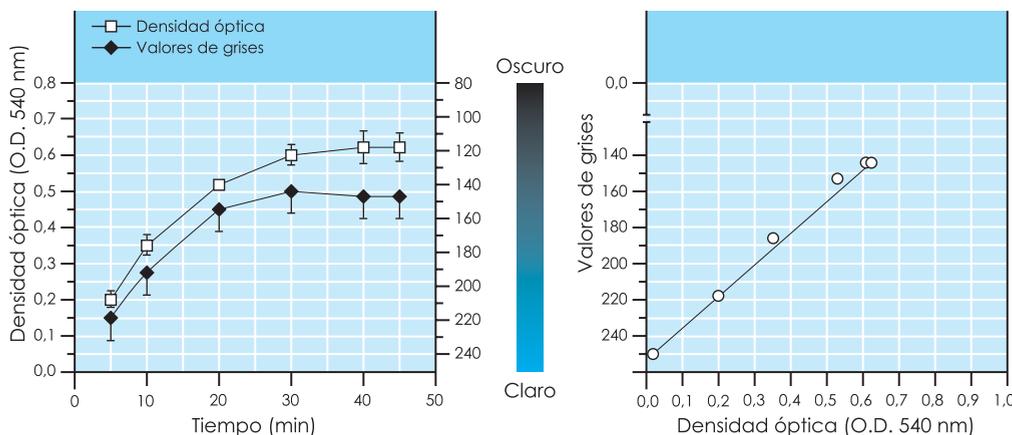
Esta tecnología permitirá evaluar directamente sobre las células cardíacas el efecto, a través del tiempo, de drogas, productos naturales o condiciones con potencial cardiotóxico o cardio protector que puedan servir para prevenir e intervenir en el infarto del miocardio o en otras condiciones asociadas con la muerte de células cardíacas.

El grupo de investigación explora las posibilidades de patentar este sistema de diagnóstico, por ser una herramienta eficaz para evaluar la viabilidad de células cardíacas individuales en tiempo real, mediante la cual se facilitaría el desarrollo de investigaciones orientadas a dilucidar si hay o no efecto directo de medicamentos sobre la célula cardíaca, y si tienen o no propiedades cardiotóxicas o cardioprotectoras contra la isquemia.

Mejores posibilidades terapéuticas frente al riesgo cardiovascular

Los resultados del proyecto reflejan el avance en la investigación dirigida a descubrir y desarrollar nuevas estrategias terapéuticas y preventivas contra enfermedades cardiovasculares. A mediano plazo beneficiarán la investigación biotecnológica y farmacológica de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, debido a que la herramienta desarrollada ayuda a determinar la eficacia y la acción directa de medicamentos, productos naturales, soluciones cardioplégicas, entre otras que se usan para reducir el riesgo de daño celular e incrementar la viabilidad del cardiomiocito, a largo plazo los mayores beneficiarios serán los pacientes e individuos con riesgo de desarrollar enfermedades cardíacas.

Este proyecto fortaleció la línea de investigación ‘Mecanismos Celulares y Moleculares de Cardioprotección en el Área de Biotecnología para la Salud Humana’, con base en las capacidades científico-tecnológicas desarrolladas por el Instituto Nacional de Salud /INS. Además, apoyó la formación de un número importante de estudiantes y jóvenes investigadores, y abrió nuevas oportunidades de investigación para el desarrollo de estrategias preventivas y terapéuticas contra las enfermedades en Colombia.



Gráficos 1-2 *Cambios en densidad óptica y en intensidad de color de una célula única medidas por espectrofotometría y análisis de imágenes asistida por computador. Obsérvese la relación similar entre los dos métodos de medición. Fuente: Documentos del Proyecto.*

Diagnóstico específico de la tuberculosis bovina

Validación de la reacción en cadena de la polimerasa -PCR- (Polymerase Chain Reaction)

Los mercados internacionales de alimentos son cada día más exigentes y rigurosos en términos de la calidad e inocuidad para la salud humana, especialmente, de la carne bovina. Colombia es un país ganadero con grandes ventajas en esta actividad económica, en particular, por los avances científicos y tecnológicos que ha generado para beneficiar la población bovina. Un desafío para el conocimiento científico en la ganadería es dar solución a las principales enfermedades que afectan el balance económico del sector y pueden poner en riesgo la salud de los consumidores.

Entidades responsables:
Corporación CorpoGen / Grupo de Biotecnología Molecular, Bogotá, D.C.

Corporación para Investigaciones Biológicas /CIB -Laboratorio de Microbiología, Medellín

Instituto Nacional de Salud / Laboratorio de Microbacterias, Bogotá, D.C.

Investigadora Principal:
Corporación CorpoGen
Patricia Del Portillo

Co-investigadores:
Corporación CorpoGen
Juan G. Rodríguez
Andrés Lorente
Víctor Tibatá
Andrea Clavijo

Instituto Nacional de Salud
Clara Inés León
Nancy Naranjo
Fernando de La Hoz

CIB Medellín
Jaime Robledo

Correo electrónico:
corpogen@etb.nef.co

Además de la aftosa, la tuberculosis bovina (TB) —tema del presente proyecto— es otra enfermedad que afecta la salud de los consumidores, causa grandes pérdidas a la ganadería y limita las exportaciones de carne.

De los 34 países de América Latina y el Caribe, 12 reportan casos de TB, enfermedad que se considera notificable. Se calcula que sólo en Argentina, las pérdidas por TB son del orden de US \$63 millones/año, y continúa siendo una de las enfermedades de mayor relevancia mundial, agravada en los últimos años por la aparición de brotes humanos con cepas resistentes a las medicinas empleadas en su control y al uso indiscriminado de antibióticos. Según la Organización Panamericana de la Salud /OPS, se estima que 7.000 nuevos casos de tuberculosis humana por año son debidos a la infección con *Mycobacterium bovis*. Por ello se considera que es un problema de salud pública a nivel mundial.

El método de detección más común de la enfermedad es la tuberculina, prueba que presenta problemas de sensibilidad y especificidad, y que puede dar tanto falsos positivos —que implican

sacrificar animales aparentemente enfermos, generando pérdidas económicas para los ganaderos—, como falsos negativos —que facilitan la transmisión de la enfermedad a los consumidores de carne vacuna—.

El grupo de investigación desarrolló y determinó la especificidad y sensibilidad de un método rápido para el diagnóstico de la TB, basado en técnicas moleculares y para ello utilizó la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), que permite realizar el diagnóstico con el animal en pie y no postmortem. En una etapa posterior de la investigación se desarrolló un *kit* de diagnóstico con innovaciones que permiten analizar múltiples muestras biológicas con alta confiabilidad.

El Kit Tb-Millennium para el diagnóstico de TB

El *kit* —que se encuentra en la etapa de comercialización— facilita la aplicación del nuevo método de diagnóstico del agente infeccioso y permite discriminar el bacilo *Mycobacterium bovis* de las demás bacterias relacionadas.



Foto 1 El kit TB-Millennium se desarrolló uniendo dos técnicas utilizadas en los laboratorios de diagnóstico: la Reacción en Cadena de la Polimerasa y ELISA, una prueba inmunológica de amplio uso.



Foto 2 Los resultados son interpretados fácilmente y se puede saber cuando una muestra está contaminada o se presentan inhibidores en la reacción.



Foto 3 El kit contiene todos los materiales y reactivos necesarios para procesar 96 muestras.

El nuevo método de diagnóstico fue comparado con los diagnóstico bacteriológico y el clínico epidemiológico mediante la prueba de tuberculina. También se tipificaron molecularmente, mediante RFLP's, los aislamientos positivos de *Mycobacterium bovis*, identificados bacteriológicamente.

El método asociado a un apropiado control de vigilancia epidemiológica con el empleo de la tuberculina, puede ser utilizado para certificar el ganado libre de esta enfermedad, llevar un control de los productos de consumo humano y tomarse como prueba confirmatoria para decidir sobre el sacrificio de animales tuberculino positivos.

Un método de diagnóstico aplicable en los mercados pecuarios nacional y latinoamericano.

Las instituciones del sector y los ganaderos en Colombia, como beneficiarios directos del conocimiento científico generado en el proyecto, han logrado mejoras en la productividad. La prueba se ha aplicado conjuntamente con el ICA en fincas donde se ha detectado la presencia de la enfermedad.

Estos beneficios alcanzarán a los consumidores, quienes tendrán a su disposición alimentos garantizados por su inocuidad.

Con el proyecto, se ha logrado el desarrollo de un método de diagnóstico que va a ser útil y aplicable en los mercados pecuarios regional andino y en el mercado ampliado de MERCOSUR, donde la tuberculosis bovina afecta un renglón de la mayor importancia económica para países como Argentina, Uruguay y Paraguay, grandes exportadores mundiales de carne bovina.

Como se observa en este y en otros casos de investigación reconocidos y realizados por centros especializados en Colombia, la investigación aplicada en biotecnología pecuaria es de enorme importancia y contribuye a la solución de problemas propios y muy sensibles de nuestra economía, al desarrollar y aplicar técnicas avanzadas en Biología Molecular y, como en este caso particular, analizar fragmentos específicos del material genético de la bacteria causante de la enfermedad del bacilo bovino.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. LEÓN, C.I., LORENTE, A., NARANJO, N., TIBATÁ, V.M., RODRÍGUEZ, J.G., DE LA HOZ, F. y DEL PORTILLO, P. (2002) Validación de una PCR para el diagnóstico de la tuberculosis bovina. *Biomédica*. 22:61.
2. RODRÍGUEZ, J.G., FISIANOTTI, A., ROMANO, M., DEL PORTILLO, P., PATARROLLO, M.E. and CATALDI, A. (1999) Amplification of a 500-bp fragment from cultured isolates of *Mycobacterium bovis*. *Journal of Clinical Microbiology* 37: 2330-2332.
3. RODRÍGUEZ, J., MEJÍA, G.A., DEL PORTILLO, P., PATARROLLO, M.E., and MURILLO, L.A. (1995) Species-specific identification of *Mycobacterium bovis* by PCR. *Microbiology* 141: 2131 - 2138.

Estandarización de métodos de limpieza y propagación rápida *in vitro*

Uvas de mesa y de vino promisorias en el Valle del Cauca

La capacidad de Colombia para ser un productor competitivo de vinos estuvo en duda por largo tiempo, y se daba por hecho la imposibilidad de fomentar una vitivinicultura propia, máxime, teniendo en mente las grandes fortalezas en este campo de países como Chile y Argentina.

Entidad responsable:
Corporación BIOTEC /
Biotecnología de Colombia,
Ltda. - BIOTECOL Ltda. / Centro
de Desarrollo Tecnológico,
CENIUVA
Cali

Investigadores principales:
Jorge Cabra Martínez
Luis Armando Muñoz

Afortunadamente, el país ha contado con pioneros que desvirtúan esas opiniones generalizadas y aceptadas, en ocasiones, sin evaluación. En Boyacá, un experto vitivinicultor se atrevió a ir en contra del prejuicio de que en esa región era imposible desarrollar esta industria y en el Valle del Cauca, con mayor anterioridad, otros emprendedores construyeron capacidades propias en la vitivinicultura, de manera que esta actividad económica cuenta con un amplio número de pequeños y medianos empresarios que intentan llevarla adelante. Hoy en día, se considera a la uva como uno de los cultivos más promisorios para el país. Sin embargo, las plantaciones existentes presentan plagas y enfermedades que impiden cubrir la demanda nacional y atender el mercado de exportación.

En la actualidad, el cultivo de uva en el centro y Norte del Valle del Cauca —75% de la producción nacional— enfrenta diversos problemas relacionados con la calidad del material de siembra, el manejo integrado de plagas y enfermedades y los altos costos de los insumos, entre otras dificultades.

Según información del Centro de Desarrollo Tecnológico de la Vitivinicultura / CENIUVA, probablemente el 100% de las vides cultivadas en el Valle del Cauca están contaminadas con los virus *Corky Bark*, *Grapevine Leafroll* y *Grapevine Fanleaf Nepovirus*.

La contaminación por virus puede reducir la productividad hasta en un 50%. También, el cultivo de la vid ha sido atacado por hongos patógenos que afectan la planta en el campo y las frutas en la cosecha y la poscosecha, con pérdidas que pueden llegar hasta el 60% cuando no se aplican los controles adecuados o a tiempo.

Para responder a esta situación, el presente proyecto, ejecutado con la participación de dos centros de desarrollo tecnológico —Corporación BIOTEC y CENIUVA— y una empresa productiva, BIOTECOL Ltda., buscó estandarizar y adaptar métodos de limpieza y propagación rápida *in vitro* de material vegetal libre de plagas y enfermedades de variedades de uvas de mesa y de vino, en el Departamento del Valle. En el proceso de identificación y selección de variedades de uvas promisorias para el Norte y centro de este departamento ha contribuido, también, la organización de productores de uva *isabella*, CORPOGINEBRA.

Entre las principales actividades técnicas llevadas a cabo se encuentra la limpieza del material vegetal de la uva mediante la termoterapia, el cultivo de meristemos y la desinfección.

También, se han desarrollado y adaptado protocolos de cultivo de tejidos *in vitro* para la micropropagación y multiplicación del material de siembra seleccionado.

Correo electrónico:
usi1-biotec@cgiar.com



Foto 1 Parral con buena formación en estado de brotación, después de aplicar un promotor de brotación.



Foto 2 Las mujeres son las encargadas de realizar la cosecha de la vid, por ser más cuidadosas con la fruta.

Mejoras en la calidad, productividad y competitividad de los vitivinicultores

Con el proyecto se desarrollaron y estandarizaron tanto las técnicas de limpieza de material vegetal de uva de mesa y de vino infectados con patógenos, especialmente virus, como los protocolos de cultivo de tejidos *in vitro* para la micropropagación de material homogéneo genéticamente y en perfecto estado sanitario.

Los investigadores aplicaron la técnica biotecnológica “cultivo de tejidos *in vitro*”, para obtener la multiplicación homogénea de material de siembra de uva de variedades *V. Vinifera* y *V. Labrusca*, en perfecto estado sanitario y a costos competitivos. De esta manera, el proyecto alcanzó el objetivo del manejo integrado de plagas mediante dos prácticas multidisciplinarias: producción de plantas sanas —certificadas— y control de plagas y enfermedades mediante su identificación y su eliminación específica. Esta tecnología se utilizó posteriormente con vitivinicultores del Valle del Cauca.



Foto 3 Parral con más de 6 años de edad bien manejado en plena producción.

El cultivo de tejidos *in vitro* para generar material de siembra de óptima calidad

Los principales y directos beneficiarios del conocimiento y productos generados han sido los propios agricultores e instituciones, universidades y cooperativas, tales como CORPOGINEBRA. La tecnología desarrollada ha permitido propagar masivamente material de siembra libre de enfermedades a partir de plantas seleccionadas en campo.

Por contar con características sobresalientes o variedades importadas que puedan presentar problemas de virus o falta de homogeneidad genética, como desarrollo posterior del proyecto, se trabajó con los productores para establecer un sistema permanente de producción de plantas a partir de la propagación *in vitro* establecida en campo, para lo cual se ajustó el sistema de propagación convencional y el manejo agronómico del cultivo.

El Grupo de Investigación posee experiencia en el cultivo de tejidos vegetales *in vitro* en diferentes especies como: Uva,

guanábana y otros frutales. Igualmente, los investigadores han desarrollado estudios de relaciones parasitarias y su control químico y biológico.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. CABRA, J.A., GALINDO, J.J., GÁLVEZ, G., MUÑOZ, L.A. y PINEDA, P. (1996) Control de enfermedades de la uva mediante métodos agronómicos y de limpieza “*In Vitro*”, Memorias IV Simposio de Biología y I Simposio Nacional de Biología U. del Valle.
 2. MUÑOZ, L.A., CABRA, J.A., GÁLVEZ, G. and GALINDO, J.J. (1999) Detección de los virus *Grapevine leafroll virus* (GLRV) y *Grapevine Corky bark virus*, en *Vitis labrusca* (cv Isabella), en el Valle del Cauca, Memorias XX Congreso Nacional de Fitopatología.
 3. MUÑOZ, L.A., CABRA, J.A., GÁLVEZ, G. and GALINDO, J.J. (1999) Detección de los virus *Grapevine leafroll virus* (GLRV) y *Grapevine Corky bark virus*, en *Vitis labrusca* (cv Isabella), en el Valle del Cauca, Ascolfi Informa, Vol. 25 No. 5, pg. 46.
- Otras publicaciones posteriores – con el apoyo de otras fuentes de financiación (Pronatta y BID).
4. MUÑOZ, L.A. y CASTRO, D. (2004) Material de siembra libre de enfermedades para el establecimiento de cultivos competitivos de uva Isabella, II Congreso nacional de Biotecnología.
 5. MUÑOZ, L.A., PUERTO, O., GUTIÉRREZ, I. y GALINDO, J.J. (2003) Módulo de capacitación: Instalación de un cultivo de Uva Isabella, ISBN 958-9224-68-7.

Transformación con *Agrobacterium tumefaciens*

Plantas transgénicas de papa resistentes a virus

Los cultivos de papa han tenido acelerados incrementos en su productividad y calidad, que se explican por los procesos altamente sofisticados de mejoramiento convencional y mecanización de la agricultura mundial, exigidos por los mercados internacionales y, en el caso colombiano, además, por la necesidad de una mejor participación de la actividad agrícola en las exportaciones.

Libro:

Acosta, O. and Webster, K., Editors. (1994). `Proceedings of the First International Workshop on Transgenic Technology in Plants'. U. Nacional de Colombia and Scottish Crop Research Institute, Workshop, Bogotá, D.C. Oct. 24 - Nov. 4. Published by Editorial Científica, Bogotá, D.C.

Premio:

Mejor Trabajo en Genética y Biotecnología, otorgado en el XXI Congreso de la ACCB, Riohacha, 1996

Entidad responsable:

U. Nacional de Colombia, Facultad de Medicina / Instituto de Biotecnología, Laboratorio de Biología Molecular de Virus Bogotá, D.C.

Investigador principal:

Orlando Acosta Losada

Co-investigadores:

José Peñaranda
Liliana Franco
Alejandro Chaparro
Liz Patricia Moreno
Marina Caro
Ingrid Schuler
Hugh Barker
Kara Webster

Correo electrónico:

oacostal@unal.edu.co

Sin embargo, los cultivos mejorados están constantemente amenazados por diversas enfermedades y plagas, principalmente, por hongos, insectos, bacterias, nemátodos, virus y viroides.

Al compararlas con las especies silvestres, la alta incidencia de estas enfermedades y plagas en los cultivos de papa se explica por el crecimiento continuo de los monocultivos, por la selección basada en características de productividad y no por su resistencia a enfermedades y plagas.

La importancia de encontrar respuestas científicas a los virus de los cultivos radica en el impacto mundial de la papa, el cuarto entre los cultivos alimenticios. En Colombia es el producto agrícola de mayor consumo *per cápita*, según FEDEPAPA.

Para controlar estas enfermedades y plagas, se han desarrollado productos químicos contra insectos, hongos y nemátodos, mientras que, excepto el control de los vectores, la estrategia química ha sido inaplicable a los virus y viroides. Los virus de plantas con frecuencia generan enfermedades con síntomas relativamente suaves, inadvertidos muchas veces, mientras que en otros casos sus efectos son devastadores.

La biotecnología moderna en los países desarrollados ha avanzado aceleradamente, en espe-

cial, por el surgimiento y dinámica de la ingeniería genética. Desde los años 70, en E.E. U.U. de N.A., se crearon centenares de compañías alrededor de las nuevas tecnologías de ingeniería genética.

El objetivo del proyecto fue lograr plantas transgénicas de papa —*Solanum tuberosum* y *Solanum phureja*— resistentes a infecciones del virus X de la papa, PVX, y del virus del enrollamiento de la hoja de papa, PRLV, respectivamente, mediante la expresión constitutiva de secuencias de la cubierta proteica viral.

Para ello, primero se seleccionaron las secuencias genómicas de la cubierta proteica (CP) del PVX y del PRLV; luego, se insertaron las anteriores secuencias en vectores de expresión, se transfirieron a las plantas vía *Agrobacterium tumefaciens*, y finalmente se regeneraron las plantas transgénicas de papa que constitutivamente expresaron los genes virales seleccionados.

Primeras plantas de papa transformadas genéticamente en Colombia

A través de la realización del proyecto, se obtuvieron las primeras plantas de papa transforma-

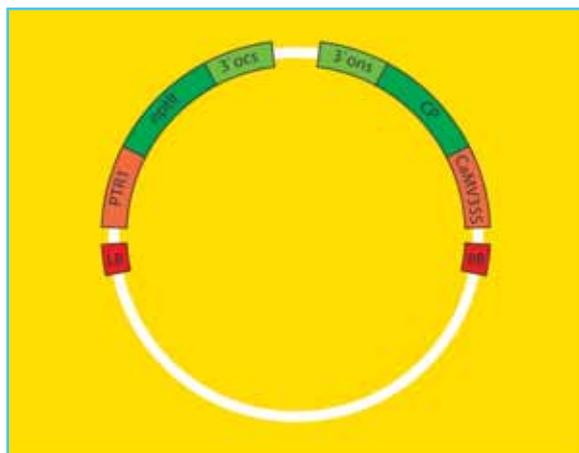


Diagrama Plásmido pSCR107 portador del gen de la cápside (CP) del virus del enrollamiento de la hoja de papa (PRLV), insertado entre el promotor CaMV35S y la señal de terminación 3'ons.



Foto 2 Clon de *Solanum phureja* (yema de huevo) resistente a PRLV.



Foto 3 Desarrollo de plantas de clones no transformados, después de 90 días de inoculación con el virus del PLRV.

das genéticamente en Colombia, y se estableció la infraestructura de producción de plantas transgénicas con base en la modificación de plantas de tabaco, para conferirle resistencia al herbicida fosfinotricina. También se lograron plantas transgénicas de papa —*Solanum tuberosum* cv. Monserrate, Capiro, Puracé— que expresaron genes reporteros.

El proyecto consolidó la infraestructura física en términos de construcción de instalaciones para producir plantas transgénicas y, mediante la formación de 4 candidatos a doctorado, se fortaleció el equipo científico para la transformación genética de plantas con genes de importancia agronómica.

A la vez, permitió el fortalecimiento de los vínculos de cooperación científica con The Scottish Crop Research Institute ,UK, con cuya colaboración se produjeron plantas transgénicas de *Solanum phureja* resistentes a la infección con el PRLV. La investigación mereció la publicación de tres artículos internacionales, dos artículos nacionales, dos resúmenes, un *review* internacional y la coedición de un libro sobre tecnología transgénica.



Foto 4 Multiplicación in vitro de clones transgénicos de *Solanum phureja* resistentes al PLRV.

Capacidad para desarrollar oportunamente nuevo conocimiento

La asimilación de nuevos conocimientos en ingeniería genética a principios de la década del 90, tal como se logró a través de la realización de este proyecto, evidencia la capacidad de los investigadores colombianos para el oportuno desarrollo del conocimiento, cuando las condiciones de investigación y desarrollo lo permiten.

Los beneficiarios de este conocimiento han sido, sobretudo, los investigadores y la comunidad científica nacional e internacional, creada en torno a los temas de la manipulación genética y sus impactos sobre los seres vivos.

En el desarrollo biotecnológico del país, se han consolidado las líneas de investigación sobre biología molecular de virus, particularmente, los de plantas como el virus de la tristeza de los cítricos, a través de la ejecución de proyectos como este sobre los virus de la papa.

Además, desde el Laboratorio de Biología Molecular de Virus de la U. Nacional y el Instituto de Biotecnología, se ha contribuido al estudio de los virus de las plantas, y se ha aportado al conocimiento, mediante la participación en el proyecto latinoamericano de resistencia a virosis, iniciativa financiada por UNESCO-UNIDO.



Foto 5 Plantas transgénicas de la papa *Solanum phureja* que expresan el gen de la cápside del virus del enrollamiento de la hoja de la papa.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- ACOSTA O., BARKER H. and MAYO, M.A. (1994) Prospects for improving virus resistance of potato crops in Colombia by transgenic technology. *Fitopatología Colombiana*, v.18, n.1, p.66 - 77.
- CHAPARRO, A., CARO, M., ACOSTA, O. y PEÑARANDA, J. (1995) Plantas transgénicas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) resistentes a fosfinotricina. *Revista Comalfi*, v.23, n.2, p.20 - 32.
- FRANCO-LARA, L. and BARKER, H. (1999) Characterization of resistance to potato leafroll virus accumulation in *Solanum phureja*. *Euphytica* 108:137-144.
- DUPLAT, L., ACOSTA, O. y PEÑARANDA, J. (2001) Clonación del gen de la cubierta proteica del Virus X de la papa. *Revista Colombiana de Biotecnología* 3, 53-62.
- MORENO, L.P., CHAPARRO, A., ACOSTA, O., CARO, M., SUAREZ, M. y PEÑARANDA, J. (1998) Caracterización Molecular de las Plantas Transgénicas de Tabaco que expresan resistencia a Kanamicina y Fosfinotricina y la actividad repositora β -glucuronidasa. *Revista asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 10, 58-67.
- ACOSTA, O. (2000) Transgenic potatoes for the benefit of resource-poor farmers in developing countries. The Colombia Case. *Proceedings of the First International Conference of Transgenic Potatoes*. Manchester, UK. June pp 15-26.

Los cultivos de papa -*Solanum tuberosum*-

Alternativas de control biológico

La agricultura orgánica orientada a producir alimentos es uno de los mayores retos para empresarios e investigadores. Entre consumidores cada día toma más fuerza el concepto de alimento orgánico, y satisfacer sus necesidades, responder a las normativas internacionales para la exportación de productos agrícolas y lograr una producción sostenible en el largo plazo, implica modificar las prácticas agrícolas tradicionales.

Entidad responsable:
Instituto de Biotecnología, U.
Nacional de Colombia
Bogotá, D.C.

Investigador Principal:
Jairo Alonso Cerón S.

Co-investigadores:
Daniel Uribe Vélez
Victoria Grosso
Wilson Martínez

Esta tendencia ha impulsado la creación de sistemas agrícolas altamente productivos, en armonía con la conservación medioambiental.

Para responder a este desafío, se han propuesto estrategias como el manejo integrado de plagas (MIP), mediante prácticas agrícolas complementarias que ayudan a mantener la productividad y a reducir el impacto negativo de los insumos de origen químico, como toxicidad y desarrollo de resistencia en los insectos plaga que, a su vez, exige el uso de mayores dosis, nuevos productos o compuestos más potentes.

Dentro del concepto MIP, el control biológico es fundamental para reemplazar y/o complementar el uso de pesticidas químicos. Ello ha dado lugar al desarrollo de alternativas para controlar plagas, basadas en organismos de grupos taxonómicos diversos —aves, insectos parásitos o microorganismos como virus, bacterias, hongos y protozoarios—.

Se calcula que el mercado de bioinsecticidas derivados de bacterias, hongos y virus supera los US \$300 millones /año. El mayor volumen de ventas corresponde a productos derivados de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, con cerca del 95% del mercado mundial. Esta bacteria, por lo tanto, es considerada como un sistema biológico seguro, eficaz como alternativa al control de insectos plaga.

Control del gusano blanco de la papa, uno de los mayores desafíos para este cultivo

Esta investigación buscó dar respuesta al mercado de bioinsecticidas, por su creciente demanda en los países desarrollados y en desarrollo. Por tal razón, el proyecto se propuso aislar y caracterizar cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* con actividad bioinsecticida contra coleópteros, específicamente *Premnotrypes vorax* (gusano blanco), una de las plagas más importantes del cultivo de la papa en Colombia, y desarrollar un producto formulado como insumo en agricultura.

Para controlar este insecto se usa una cantidad de insecticidas químicos —13,5 Kg /Ha. /año— que causa daño ambiental por su efecto tóxico sobre otros organismos, contaminación de mantos acuíferos y por la resistencia que genera su uso indiscriminado.

El proyecto instaló un cepario de aislamientos nativos de *Bacillus thuringiensis* y *Pseudomonas* spp provenientes de diferentes agro-ecosistemas dedicados al cultivo de papa. Las cepas de Bt. se caracterizaron microbiológica, bioquímica y molecularmente y se determinó su actividad entomopatógena mediante bioensayos.

Correo electrónico:
jacerons@unal.edu.co



República de Colombia

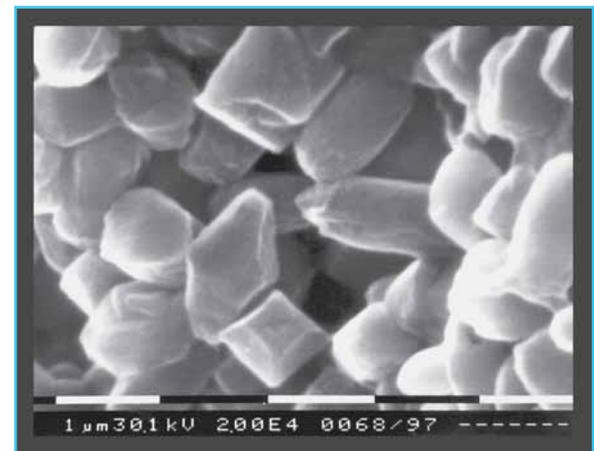
Foto 1 Aislamientos bacterianos nativos de *Bacillus thuringiensis* provenientes de suelo.Foto 2 Microfotografía electrónica de barrido de cristales de delta endotoxina de una cepa nativa de *Bacillus thuringiensis*.



Foto 3 Cultivos de papa *Solanum tuberosum* de la región cundiboyacense.

Adicionalmente, se realizaron pruebas de colonización de las *Pseudomonas* spp aisladas a partir de rizósferas de plantas de papa y se estableció su efecto antagónico como alternativa de control contra un patógeno asociado al cultivo de papa *Rhizoctonia solani*.

El proyecto ha contribuido al conocimiento y caracterización de la biodiversidad microbiana con que cuenta el país, particularmente, de microorganismos de interés para la actividad agrícola. De esta manera se ofrece una alternativa de control de la plaga del gusano blanco de la papa, y de uso de bacterias —*Pseudomonas*, p.e.— como alternativa de control de hongos fitopatógenos, problemas que presenta este cultivo en regiones como el altiplano cundiboyacense, donde la papa es el eje de la economía regional.

Así mismo, se desarrollaron productos formulados tales como polvos granulados y humectables elaborados con *Bacillus thuringiensis*.

Con el proyecto se fortalecieron las líneas de investigación sobre biopesticidas con impactos sociales, económicos y ambientales positivos.

El cultivo de la papa ocupa un renglón importante dentro de la economía nacional y demanda inversiones altas para su producción, que deben reducirse —en especial, por el costo de los insumos— y que afectan a productores y consumidores, aún sin contar con los efectos de los agroquímicos sobre la salud de quienes los manipulan, la mayoría de las veces desconociendo sus verdaderos efectos. En este sentido las soluciones que ofrece el proyecto también reducen los residuos tóxicos que actualmente se vierten al medio ambiente.

Soluciones rentables para los productores, eco-apropiadas y saludables para los consumidores

Al disponer de controladores biológicos eficientes se reduce la plaga del gusano blanco y se benefician directamente tanto los cultivadores de papa, a través de un mejoramiento en la rentabilidad de la producción, como los consumidores al disponer de un producto libre de tóxicos, con un impacto positivo en la salud.

Como efecto de la investigación en el control biológico, en Colombia se estableció la Red Nacional de *Bacillus thuringiensis*, conformada por instituciones como la Corporación de Investigaciones Biológicas / CIB, CORPOICA, VECOL S.A., el Instituto de Inmunología y el Instituto de Biotecnología de la U. Nacional de Colombia.

Con este proyecto se evidencian, una vez más, las enormes posibilidades que ofrece la biotecnología, así como sus impactos positivos sobre la seguridad alimentaria, basada en la sostenibilidad de la producción agrícola. El conocimiento, la conservación y el uso racional del enorme potencial de la biodiversidad colombiana son fundamentales para lograr estos objetivos.



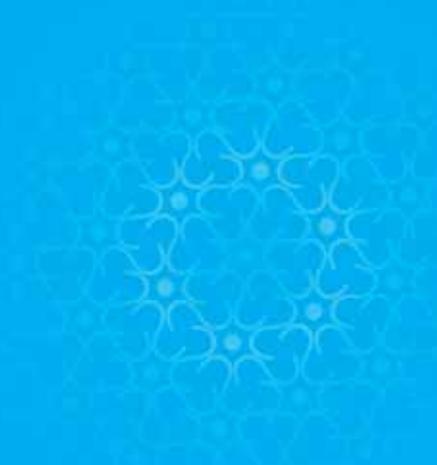
Foto 4 Tubérculos de papa afectados por gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax*.



Foto 5 Mantenimiento del pie de cría de gusano blanco en condiciones de laboratorio.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- MARTÍNEZ, W. y CERÓN, J. (2004) Unión de proteínas de *Bacillus thuringiensis* con vesículas de las microvellosidades del tracto digestivo del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae). Revista Colombiana de Entomología 30(1): 51-56.
- URIBE, D., MARTÍNEZ, W. and CERÓN, J. (2003) Distribution and diversity of genes in native strains of *Bacillus thuringiensis* obtained from different ecosystems from Colombia. Journal of Invertebrate Pathology. 82, 119-127.
- MARTÍNEZ, W. y CERÓN, J. (2002) Evaluación de la Toxicidad de Proteínas de *Bacillus thuringiensis* Berliner hacia el gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* Hustache. Agronomía Colombiana. 19(1-2), 89-95.
- MARTÍNEZ, W. y CERÓN, J. (2002) Obtención de vesículas de las microvellosidades del epitelio intestinal del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* Hustache. Revista Colombiana de Biotecnología Vol. IV No. 2, 33-37.



Reducción de la mortalidad en menores de 5 años: Utilización de un modelo de movilización social para estimular las acciones de prevención y atención oportuna	pág.	38
Modelos de movilización social con énfasis en la actividad física y estilos de vida saludables para reducir el sedentarismo en las regiones de Bogotá, D.C., Antioquia y Quindío	pág.	40
Eficacia de una solución oral de baja osmolaridad para el tratamiento de niños deshidratados por diarrea. Un ensayo clínico	pág.	42
Factores modificatorios de la edad de inicio del Alzheimer familiar por mutación E280A de la Presenilina 1 (PS1)	pág.	44
Estudio de las proteínas reguladas por calcio y por calmodulina durante el ciclo asexual de <i>Plasmodium falciparum</i>	pág.	46
Ensayos de estrategias de control de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas	pág.	48
Estudio clínico molecular de familias con trastorno afectivo bipolar	pág.	50

Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de la Salud

Fernando de la Hoz
Martha Janeth Mojica

La modernización de la sociedad colombiana implica desafíos para el bienestar y la calidad de vida de la población en el presente Milenio. Los avances científicos y tecnológicos de las Ciencias de la Salud adquieren un carácter relevante en el complejo conjunto de los factores sociales que inciden en las condiciones de vida.

Las transiciones demográfica, epidemiológica y del sistema de salud, así como la recesión económica, el deterioro del medio ambiente, la inequidad en el acceso a los servicios de salud y el escaso beneficio de los colombianos sobre los avances científicos y tecnológicos de las Ciencias de la Salud, permiten identificar nuevas necesidades y nuevos problemas, a los cuales deben dar respuesta la investigación y el desarrollo tecnológico.

En materia de investigación en salud, desde 2001 COLCIENCIAS aumentó la financiación a través de la creación del Fondo de Investigación en Salud /FIS — Ley 643/01 art. 42 lit. B, reglamentado por el D. 2878/01— que ha permitido la inversión de \$42.000 millones en investigaciones orientadas a resolver problemas de salud de la población.

Antes de la implementación del FIS, la mayoría de la investigación que se financiaba estaba dedicada a las enfermedades infecciosas que, aunque son importantes, ya no forman parte de las primeras causas de morbilidad y mortalidad. Después de activado este Fondo, se ha abierto un campo importante para la investigación en enfermedades no transmisibles, como las cardio-vasculares y las neurológicas, que contribuyen de manera importante a la actual carga de morbilidad.

Los casos aquí presentados constituyen los mejores ejemplos de la diversidad de problemas identificados y abordados desde diferentes perspectivas científicas. Los modelos de movilización social han dado resultados satisfactorios en la prevención de enfermedades y en la solución de necesidades de la población. Se construyeron modelos validados y con identidad propia que permiten ser replicados en otros lugares del país a través de las autoridades locales de salud y del Ministerio de la Protección Social.

Por otro lado, se muestra que los investigadores colombianos están insertados en el panorama mundial del conocimiento haciendo aportes significativos en la atención de problemas de salud que son importantes para la humanidad, como lo son las enfermedades mentales y la malaria.

Esperamos que la presentación de estos casos exitosos despierte el interés de los colombianos por enterarse más oportuna y profundamente sobre los campos de las ciencias sanitarias donde los investigadores están haciendo avances para mejorar su bienestar.

Modelo de movilización social preventiva y para la atención oportuna

Reducción de la mortalidad en menores de 5 años

Libros:

Rodríguez, J., Convers, L., Escobar, C., Flechas, J.C., Pareja, L., Ruíz, F., Torres, A. (2004). *Movilización social y promoción de la salud en la infancia. Una estrategia de intervención*. Bogotá: Editorial Pontificia U. Javeriana.

Rodríguez, J., Ruíz F., Acosta, N., Escobar, C., Pareja, L. (2005). *Reducción de la mortalidad en menores de cinco años: Diagnóstico y evaluación de una estrategia de movilización realizada*. Bogotá: Editorial Pontificia U. Javeriana.

Rodríguez, J., Acosta, N. (2005). *Determinantes de la lactancia materna exclusiva en población pobre de áreas urbanas de Colombia*. *Salud Pub Mex* (pendiente de asignar volumen y número)

Entidades responsables:

Pontificia U. Javeriana, Radio Cadena Nacional - RCN y Casa Editorial El Tiempo Bogotá, D.C.

Investigadores principales:

Jesús Rodríguez García
Fernando Ruiz Gómez

Co-investigadores:

Naydú Acosta, Constanza Escobar, Liz Garavito, Laura I. Pareja, Rolando Peñaloza, Carlos Puente y María V. Rocha

Correos electrónico:

fruíz@javeriana.edu.co
rodríguez-j@javeriana.edu.co

Las tecnologías de información y comunicación –TIC– son transversales a las actividades humanas y económicas. En Colombia, ha comenzado su aplicación masiva para mejorar los servicios de salud mediante diversas modalidades, como las que presenta este proyecto, realizado en el marco de un convenio interadministrativo entre COLCIENCIAS y el Ministerio de Protección Social.

La investigación se propuso como un estudio de corte cuasi experimental, con seguimiento a 10 meses, en barrios de estratos 1, 2 y 3 en Cali, Medellín, Ibagué y Cartagena, sobre familias con hijos menores de 5 años, sus redes de apoyo y las instituciones de prestación y aseguramiento que las atienden.

Esta población se caracterizó según sus condiciones socioeconómicas, su afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud y de acuerdo con sus conocimientos, actitudes y prácticas de salud. Con base en lo cual se propuso, aplicó y evaluó un modelo de movilización social tendiente a reducir la mortalidad en menores de 5 años, mediante la generación de canales de información directos para suplir las debilidades de comunicación y acceso al servicio de salud de los ciudadanos.

En la caracterización inicial se identificaron las fallas al reconocer los síntomas de alarma, al tratar de modo casero las enfermedades y la importancia que se da a la prevención, por falta de comunicación entre los padres y el personal de la salud, o por indiferencia o insensibilidad de los trabajadores de los centros de salud.

Todo lo cual facilitó la mejor concepción de las estrategias de movilización a emplear con la intención de fortalecer hábitos saludables en la

comunidad, como la lactancia exclusiva a los niños desde el nacimiento hasta los 6 y con alimentación complementaria adecuada a partir de ese momento, la atención oportuna, temprana y en la casa de la Infección Respiratoria Aguda –IRA– y la Enfermedad Diarréica Aguda –EDA–.

Centro de atención de llamadas para mejorar la calidad de vida

Este proyecto, dirigido a mejorar las condiciones de vida, especialmente de los niños menores de cinco años, fundamentó su desarrollo en la creación y operación de un centro de atención de llamadas –o *call-center*– denominado Infancia Viva, base del proceso de movilización, que facilitó el acceso público de los padres para que aprendieran a identificar tempranamente los síntomas de alarma y, por consiguiente, acudiesen oportunamente a los centros de salud, previniendo así las muertes de niños por IRA y EDA, principalmente.

Este centro, atendido por médicos y enfermeras, fue promovido mediante la divulgación por radio y televisión de mensajes apropiados y actividades con la comunidad, y brindó información básica sobre el cuidado casero de la diarrea y las enfermedades respiratorias y, al mismo tiempo,



Foto 1 Participación activa de la comunidad en la creación de mensajes en los grupos de animación socio-cultural.



Foto 2 Las campañas de comunicación facilitaron el acceso al servicio de salud de los ciudadanos pertenecientes al grupo objetivo del estudio.



Foto 3 El proyecto contribuyó a generar conciencia sobre la importancia del tiempo que dedican las madres a la lactancia.

recogió información de los usuarios, con lo cual se convirtió en una herramienta de apoyo a la evaluación del proceso y control de la estrategia.

Modelo de movilización social para promover hábitos saludables

Los principales resultados del proyecto fueron: La validación del modelo propuesto de movilización social, replicable en otras regiones del país, encaminado a promover hábitos saludables para reducir la mortalidad infantil; y, en la población atendida dentro por el proyecto, el aumento del número de consultas oportunas con respecto a investigación inicial y el incremento significativo tanto en el tiempo de lactancia exclusiva en menores de 6 meses, como en el inicio de la alimentación complementaria posterior.

Con el desarrollo del proyecto se mejoró la capacidad de padres, madres y cuidadores para identificar los principales signos de alarma de IRA, pero no de EDA, la cual resultó baja en general.

No se detectaron incrementos en la proporción del personal de salud que promueve activamente la práctica de la lactancia exclusiva durante los 6 primeros meses y con alimentación complementaria adecuada hasta los 2 años.

Información eficaz para sortear situaciones de riesgo

Los beneficiarios del *Call-center* Infancia Viva fueron, inicial y directamente, los niños menores de 5 años de las ciudades atendidas, cuyas madres y padres disponen ahora de información directa, rápida y oportuna que ayuda a sortear las situaciones que ponen en peligro la vida de los niños.

La novedad del proyecto radica en la calidad de las herramientas utilizadas para desarrollar el modelo de atención de los niños, los logros obtenidos en cuanto a modificación de indicadores poblacionales y la utilidad y replicabilidad del modelo. Este ejemplo muestra una adecuada utilización de la comunicación masiva y del centro de información telefónica; también el buen uso de la comunicación directa o

personal con un trabajo enfocado en barrios seleccionados, con metodologías de carácter lúdico-participativo, como la animación sociocultural y las jornadas de sensibilización y capacitación.

La articulación adecuada de las acciones de comunicación y de salud pública permitió culminar con éxito esta investigación en sus tres etapas: línea de base, propuesta y aplicación de la estrategia de comunicación y evaluación de su impacto.



Fotos 4-5 Las jornadas de capacitación y sensibilización desarrollaron actividades lúdico-pedagógicas sobre el cuidado de recién nacidos, su alimentación y la atención en el hogar de síntomas como la fiebre y las diarreas.

Modelos de movilización social con énfasis en actividad física y estilos de vida saludables

El sedentarismo en Bogotá, D.C., Antioquia y Quindío

Entidades responsables:

“Unión temporal”
U. Nacional de Colombia
Fundación Ciudad Humana /
FCH, con el apoyo de U. de
Antioquia y U. del Quindío

Colaboración:

Instituto de Salud Pública /ISP,
Depto. de Salud Pública y
Tropical, Depto. de Movimiento
Corporal Humano

Equipo de investigación:

Directores del Proyecto
Carlos A. Agudelo - U. Nacional
Ricardo Montezuma - FCH

Coordinadores del Proyecto:

Mario Sarria - FCH
Adriana Prieto - U. Nacional

Coordinadores Regionales:

Julia Castro, Antioquia
Carmen Fernández, Quindío
Beatriz Mena, Bogotá

Investigadores:

U. Nacional de Colombia
R. Robledo, C. Guevara,
M. Moreno, A. Bojacá, V. Valero,
M. Torres, J.C. Eslava, R. Suárez,
M. Ronderos, D. Locumí,
L. Gómez

FCH

B. Guzmán, E. Suárez, R. Suárez,
L. Bohórquez, M. Peñuela,
C. Pardo, A. Hurtado,
P. González, A. Garzón

Correos electrónico:

caagudeloc@unal.edu.co
montezuma@ciudadhumana.org

El sedentarismo es un problema de salud pública que afecta la calidad de vida de la población, en especial, en las ciudades. Esta investigación, que indaga sobre la prevención de las enfermedades crónicas, se orientó a la evaluación y ajuste de modelos replicables de movilización social en salud que contribuyan a incrementar los diversos tipos de actividad física, mejorar la calidad de vida de las personas y reducir las enfermedades crónicas relacionadas con el sedentarismo en la población afiliada al régimen contributivo en los departamentos de Quindío, Antioquia y en la ciudad de Bogotá.

Debido a la importancia del tema para el mejoramiento de la salud y la prevención de enfermedades, este proyecto contó con apoyo del Ministerio de Protección Social y COLCIENCIAS.

Cambio de comportamientos

El proyecto contribuyó, de manera significativa, al cambio de comportamientos individuales y colectivos, públicos y privados, que incrementan la actividad física, para prevenir enfermedades crónicas provocadas por el sedentarismo.

De esta manera, se aumenta la esperanza y calidad de vida de la población en general y, en particular, de hombres y mujeres de 25 a 50 años, residentes en las 3 regiones seleccionadas para la investigación.

También, realizó el inventario de infraestructura en 6 comunidades —4 barrios, 2 por estratos 2 y 4; uno con adecuadas condiciones urbanas y uno deficiente—.

En el proyecto intervinieron funcionarios y personal de la Alcaldía Mayor del D.C., sus secretarías de Salud y Educación, y de los institutos de Desarrollo Urbano /IDU y Recreación y Deporte /IDRD, organizaciones comunitarias y las ONG presentes en la comunidad. Para su desarrollo, el proyecto coordinó cuatro estrategias complementarias:

1. **De comunicación**, que produjo un total de 8.336 mensajes directos de enfoque individual, con un nivel de recepción del 85%; un conjunto de cartillas y videos, de enfoque local; y reportes en medios masivos —radio, 6.154; t.v. 323 y prensa, 119—.
2. **De participación**, detallada para cada región, que incluyó en el nivel individual aproximadamente 8-10% de los encuestados.

En lo comunitario, se trabajó en el fortalecimiento de los recursos locales, la capacitación de líderes y la generación de 10 proyectos; en lo institucional, se ejecutaron 37 actividades, que vincularon a 3 EPS; y, en el político, se desarrollaron 57 actividades —foros, visitas, talleres, etc.



Fotos 1-2 El incremento de la actividad física en diversas edades asegura la prevención de enfermedades crónicas provocadas por el sedentarismo. El estudio permitió recopilar información sobre las prácticas, creencias y representaciones que se tienen en relación con la actividad física en los diferentes grupos sociales.



Foto 3 Algunas de las estrategias planteadas en la investigación estimularon el incremento de la actividad física de los participantes -hombres y mujeres, entre los 25 y 50 años-, en las 3 regiones estudiadas.

En cuanto a la concertación, se involucraron 144 actores, se crearon la mesa de trabajo sobre políticas públicas y el comité regional que sentó los lineamientos de política e integró a 3 empresas al proyecto.

Institucionalización de procesos que mejoran la salud, los hábitos y estilos de vida y la prevención

3. Educativa, particularizada en cada región, que manejó el envío individual de boletines a encuestados; en el ámbito comunitario desarrolló talleres y grupos de discusión para capacitar 120 líderes; y en lo institucional realizó distintos foros y visitas de acompañamiento.

4. Política y organizacional, mediante la creación de grupos de trabajo regionales en las comunidades a cargo de festivales del movimiento y procesos de educación y comunicación. A la vez, ejecutó acciones de desarrollo de liderazgo y empoderamiento, toma de decisiones de reorientación institucional con enfoque de riesgo, y creó comités de política regional y local.

Los potenciales beneficiarios son los habitantes de las regiones donde se realizó el proyecto, en especial, en cuanto a la institucionalización de procesos dirigidos a mejorar la salud, los hábitos y estilos de vida y la prevención de los graves problemas de salud pública asociados al sedentarismo.

El proyecto es una iniciativa novedosa, de especial relevancia por la calidad de las herramientas utilizadas para desarrollar el modelo, los logros obtenidos en cuanto a la modificación de indicadores poblacionales, la utilidad del modelo y su carácter integral que arroja beneficios a la comunidad y articula diferentes actores.

El proyecto se caracterizó por la alta participación de actores sociales e institucionales responsables de la salud pública, entre los que se destacan el Alcalde Mayor del Distrito Capital, los directores del IDU y el IDRD, los secretarios de Salud y Educación, líderes y organizaciones locales y personal de los barrios vinculados a la investigación.



Foto 4 La investigación comprobó que las personas reconocen el riesgo de llevar una vida sedentaria y asocian el concepto de actividad física con el deporte y el ejercicio programado.

Tratamiento de niños deshidratados por diarrea –ensayo clínico–

Eficacia de una solución oral de baja osmolaridad

Debido a las características de pobreza de un alto porcentaje de la población, en especial, la infantil, la diarrea y la consecuente deshidratación son situaciones de salud pública endémicas en el contexto colombiano. Este proyecto se centró en un ensayo clínico controlado para comparar la eficacia de una solución de baja osmolaridad (245 mOsm/L) y el de una solución estándar (311 mOsm/L), recomendada por la Organización Mundial de la Salud /OMS.

Premios:
Primer premio, V Bienal de Pediatría de Colsubsidio, 2000.
Segundo premio, XXI Congreso Colombiano de Pediatría, 1999.

Entidad responsable:
U. de Antioquia
Medellín

Investigador principal:
Carlos Bernal Parra

Correo electrónico:
cabp@epm.nef.co

Se trata de un proyecto de investigación novedoso en el tratamiento de la deshidratación de los niños causada por la diarrea que, además, genera desarrollo tecnológico en un tema vinculado con la salud pública.

A la vez, es un proyecto de alta pertinencia social por enfocarse a solucionar un problema importante de la población infantil.

Para adelantar la investigación se seleccionaron 69 niños –grupo 1– para recibir la solución de OMS, y 71 niños para recibir la solución de baja osmolaridad –grupo 2–.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en la proporción de niños que se rehidrataron exitosamente con las dos soluciones –88% grupo 1 y 93% en grupo 2, $p=0.3$ –, ni se encontraron diferencias en el tiempo para completar la rehidratación, o en el volumen de diarrea perdido durante el tratamiento.

Por el contrario, se encontró que los niños del grupo 1 necesitaron más soluciones intravenosas que los del grupo 2 –23% en el grupo 1 y 9.8% en el grupo 2, $p=0.03$ –.

La solución de baja osmolaridad disminuye la necesidad de intravenosas

Una de las conclusiones de mayor impacto es la ventaja que presenta la solución de baja osmolaridad al disminuir la necesidad de soluciones intravenosas, corrigiendo la mayoría de los desórdenes en el sodio plasmático de niños deshidratados, sin riesgo de hiponatremia.

La OMS realizó un metanálisis de los estudios en los que se comparaba la solución estándar con las soluciones de baja osmolaridad, que incluyó los resultados de la presente investigación. A partir de mayo de 2003, la OMS cambió la fórmula oficial del suero oral por la empleada en este estudio.

La población colombiana de niños menores de 5 años es la principal beneficiaria de estos resultados, en la medida que los sistemas de salud cuentan con alternativas de solución al problema frecuente de la deshidratación por diarreas. Así mismo, se benefician los médicos y el personal paramédico, responsable de la atención de los menores con esta sintomatología.



Foto 1 Presentación comercial. Solución de baja osmolaridad, producida por Corpaúl, Medellín.



Foto 2 La solución de baja osmolaridad para la hidratación oral, disminuye significativamente la necesidad de utilizar líquidos intravenosos.

Los sistemas de salud cuentan, ahora, con alternativas para atender la deshidratación por diarreas

La OMS calcula que con el cambio de la formulación en el suero se evitará la muerte de 14.000 niños por cada millón de niños deshidratados por diarrea.

El estudio fue publicado en el año 2000 en la revista Saludarte de Colsubsidio, y en el año 2003, también se publicó en la revista Biomédica del Instituto Nacional de Salud.

Este amplio reconocimiento, los premios recibidos y la difusión de los resultados del proyecto comprueba la importancia de los logros obtenidos y el impacto social sobre la población infantil, en particular, la de bajos recursos económicos.



Fotos 3-4 La solución de baja osmolaridad es efectiva para la prevención y/o el tratamiento de la deshidratación en menores eutróficos y desnutridos.

Factores modificatorios de la edad de inicio

El Alzheimer familiar por mutación E280A de la PS1

El número de personas con manifestaciones de demencias y Alzheimer en el mundo crece cada día y a un mayor ritmo, desafortunadamente. El inicio, por lo general, es más precoz en las formas genéticas que en las formas esporádicas de la enfermedad. En Antioquia, se encontró el grupo de población más grande del mundo con Alzheimer familiar, cuyos individuos afectados portan una mutación en el codón 280 del gen de la presenilina-1, en el cromosoma 14.

Entidades responsables:
U. de Antioquia,
Facultad de Medicina, Grupo de
Neurociencias de Antioquia
Medellín

Center for Neurologic Diseases,
Harvard University, Boston, USA
Washington University School of
Medicine, St Louis, MO. USA

**Investigador principal en
Colombia:**
Francisco Lopera

**Investigador principal en
los EE.UU. de N.A.:**
Kosik Kenneth S.

Co-investigadores en Colombia:
Andrés Villegas, Margarita
Giraldo, Gabriel Bedoya,
Victoria Tirado, Silvia Mejía,
David Pineda, Silvia Ríos y
Gloria García

Co-investigadores en EE.UU.:
Alison Goate, Pau Pastor,
Joanne Norton, Maribel
Martínez, Sumi Chakraverty,
Catherine M. Roe y
Alfredo Ardila

Correo electrónico:
flopera@epm.net.co

Se trata de un conglomerado familiar de más de 4.000 personas, en su mayoría niños y jóvenes. La edad promedio de inicio de la enfermedad en esta población es de 46,8 años, con un rango de edad entre 34-62. Dentro de una misma familia, puede existir variabilidad en la edad de inicio de hasta 2 décadas, como sucede en Antioquia.

La mutación E280A, por sí misma, no puede explicar la variabilidad de la edad de inicio, lo que indica que deben existir otros factores genéticos y/o ambientales que la modifican.

Casi una cura: podría retrasarse el inicio del Alzheimer hasta en 20 años

Este grupo representa un aislado genético, altamente homogéneo por su ubicación geográfica y por el estatus socioeconómico similar, característica que lo hace interesante para buscar factores modificadores de la edad de inicio, que podrían modular la enfermedad retrasándola o adelantándola en 20 años, y controlar un factor que logre esto equivaldría a una curación para algunas personas. Identificar genes o factores ambientales modificadores representa un objetivo atractivo para desarrollar terapias para el Alzheimer.

Por estas razones, en esta investigación se buscaron tales factores modificatorios de la edad de inicio.

El gen ApoE4 y la educación modifican la edad de inicio del Alzheimer familiar precoz de Antioquia.

En este grupo, de 114 portadores de la mutación E280A, 52 tenían Alzheimer, entre quienes se estudió el gen de la ApoE4 como posible factor modificador de la edad de inicio.

Se halló que los portadores de este gen desarrollan la enfermedad más temprano que los no portadores. ApoE4 actúa como un gen modificador de la edad de inicio en esta forma precoz de Alzheimer, como lo hace en la población general.

Por otro lado, se estudiaron 140 variables ambientales e individuales como posibles factores modificadores y se encontró que los sujetos con bajo nivel de educación presentan el inicio de los síntomas de la enfermedad más tarde que los sujetos con alto nivel educativo, cuyo riesgo de presentar los primeros síntomas precozmente es 15 veces mayor.



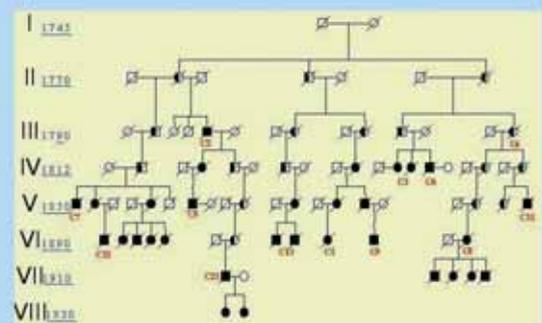
República de Colombia

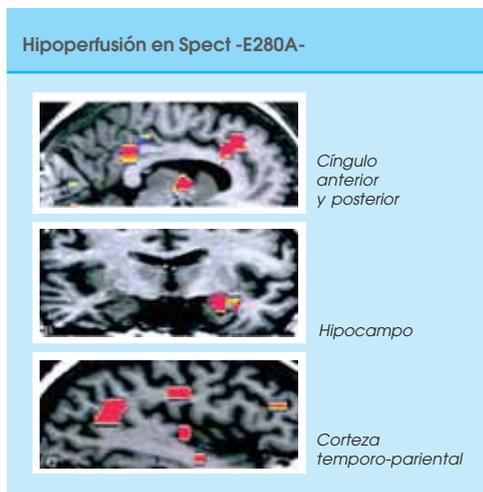
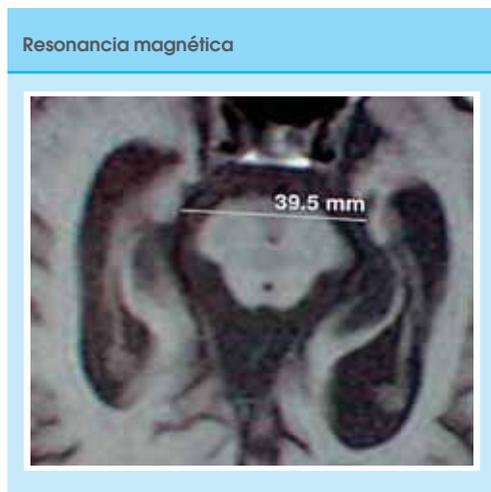


Fotos 1-2 **Población portadora del Alzheimer Familiar Precoz.** A la derecha, las áreas coloreadas indican las regiones de Antioquia que concentran la población portadora de la Mutación E280A en el gen de presenilina1. A la derecha, genealogía de las familias antioqueñas afectadas con la enfermedad. Fuente: Documentos del Proyecto.

Tronco común 14 familias con Alzheimer por E280A

El individuo II-1: da origen a las familias C2, C5, C7, C12, C21
El individuo II-2: da origen a las familias C1, C9, C13
El individuo II-3: da origen a las familias C3, C4, C6, C8, C11





Fotos 3-6 Pacientes con Alzheimer Precoz por E280A.
A la izquierda, distancia interuncal mayor de 30 mm en resonancia magnética.
A la derecha, Hipoperfusión en Spect de sujeto asintomático E280A (+) vs (-) K.A. Johnson; F. Lopera, et al, 2001. Neurology.

En este grupo familiar, los individuos con alto nivel educativo y ocupaciones con demandas cognitivas exigentes —sensibilizados para detectar los primeros síntomas de amnesia por la conciencia adquirida sobre este factor hereditario— detectan más precozmente los primeros síntomas de la enfermedad que los de bajo nivel educativo.

Adicionalmente, se encontró que algunos otros factores individuales, como historia de depresión y pérdidas afectivas, están asociados con la aparición más temprana de síntomas del Alzheimer 3.

Una investigación científica que supera las fronteras nacionales

Este proyecto —cofinanciado por COLCIENCIAS, Temple Foundation Award y la U. de Antioquia— fue la continuación de la investigación internacional ‘Clinical and molecular characterization of dementia type Alzheimer’s disease in a large kindred in Antioquia, Colombia’.

La investigación mejoró el entendimiento de los factores asociados con la enfermedad de Alzheimer en el medio colombiano y, de acuerdo con la literatura especializada, es el primero que demuestra la existencia de factores genéticos y ambientales modificatorios de la edad de inicio de esta enfermedad.

También, desde la U. de Antioquia, fortaleció la investigación en Neurociencias, la formación doctoral y de maestría de algunos investigadores participantes. A la vez, permitió dar inicio al Doctorado en Neurociencias, consolidó las investigaciones en la línea de la enfermedad de Alzheimer dentro del Programa de Ciencias Básicas Biomédicas, y facilitó al Grupo de Neurociencias su articulación con las universidades de Harvard y Washington, en EE.UU. de N.A. —con las cuales en 1995, se realizó un proyecto conjunto para estudiar los aspectos clínicos y moleculares—.

Los primeros beneficiarios del proyecto han sido los miembros del extenso grupo familiar con demencia de tipo Alzheimer en el centro de Antioquia, conocido desde

finales de la década de los ochentas, y cuyo estudio sistemático se inició en 1990.

El grupo familiar estudiado es muy relevante para la resolución científica de ciertos interrogantes sobre esta enfermedad y, especialmente, para buscar soluciones terapéuticas para un mal que afecta a 20 millones de personas en el mundo.



REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- LOPERA, F., ARDILA, A., MARTÍNEZ, A., MADRIGAL, L., ARANGO-VIANA, J.C. y LEMERE, C.A. et al. (1997) Clinical features of early-onset Alzheimer disease in a large kindred with an E280A presenilin-1 mutation. JAMA. 277(10):793-799.
- PASTOR, P., ROE, C.M., VILLEGAS, A., BEDOYA, G., CHAKRAVERTY, S., GARCÍA, G., TIRADO, V., NORTON, J., RIOS, S., MARTÍNEZ, M., KOSIK, K.S., LOPERA, F. y GOATE, A.M. (2003) Apolipoprotein Epsilon4 modifies Alzheimer’s disease onset in an E280A PS1 kindred. Ann Neurol. 54(2):163-169.
- MEJÍA, S., GIRALDO, M., PINEDA, D., ARDILA, A. y LOPERA, F. (2003) Nongenetic factors as modifiers of the age of onset of familial Alzheimer’s disease. Int Psychogeriatr. 15(4):337-349.

Las proteínas reguladas por Calcio y por Calmodulina en el ciclo asexual de *Plasmodium falciparum*

La superación de la infección malárica

La superación de la infección malárica exige el conocimiento molecular del fenómeno, que permita hacer un acercamiento racional a los problemas vinculados con la quimioterapia actual, y hacer propuestas novedosas para el desarrollo de quimioterapias alternativas.

Entidades responsables:
Instituto Nacional de Salud /INS,
Laboratorio de Bioquímica y
U. Nacional de Colombia,
Departamento de Química,
Facultad de Ciencias /
Laboratorio de Investigaciones
Básicas en Bioquímica /LIBBIQ.
Bogotá, D.C.

Investigadores principales:
Moisés Wasserman
María Orta Rojas L.

Co-investigadores:
Víctor Vera
Claudia Forero
Jacqueline Chaparro
Angela Guerra
Johanna de Castro
Heydi Guerrero
Dary L. Mendoza
Germán Calderón
Marco F. Suárez
Claudia Rubiano
Eliana Calvo
Diana Gómez
Magda Alvarado
Olga L. Amaya
Diana Fúquene
Rodrigo Cabrera

Correo electrónico:
mwassermann@unal.edu.co

El parásito *Plasmodium falciparum* invade y crece en el eritrocito humano, mediante una gama de actividades de fuerza durante la invasión y de control metabólico a lo largo de toda la infección. En proyectos anteriores el Grupo de Investigación produjo evidencia que muestra que estas son probablemente mediadas por el Calcio. Las actividades de fuerza son, seguramente, dependientes de motores moleculares de Actina y las de control metabólico, probablemente son dependientes de Calmodulina.

En el proyecto se propuso un primer acercamiento para: Identificar y caracterizar las proteínas involucradas en esas actividades y, en algunos casos, sus genes; obtener anticuerpos mono-específicos o monoclonales contra algunas de las proteínas aisladas, como instrumentos invaluable para su caracterización y estudio; e identificar y caracterizar las proteínas del *Plasmodium falciparum* que se unen a Actina y Calmodulina, la localización celular de algunas de esas proteínas y la clonación molecular de sus genes.

El proyecto permitió obtener y secuenciar genotecas ADNc en vectores de expresión moderada para algunas de las proteínas de unión a Calmodulina, y logró la evaluación de los niveles de actividad de Ca(2+)-ATPasa — o bomba de Calcio— en la membrana vacuolar plasmática

y parasitófora, a través de diferentes estadios de desarrollo del eritrocito parasitado con *Plasmodium falciparum*.

También, encontró que la actividad de la bomba de Calcio es detectable y permanece inalterada en la membrana plasmática, a través del ciclo de 48 horas de la célula. Sin embargo, en la membrana parasitófora la actividad fue muy similar a la de la membrana plasmática en los estadios más jóvenes —parásitos de menos de 20 horas de edad— pero disminuía gradualmente con la maduración. Esto sugiere que la bomba de Calcio es importante para mantener una concentración baja de Ca(2+) en el citoplasma del eritrocito.

Se construyó la genoteca ADNc de *Plasmodium*

Mediante el uso de cromatografía de afinidad, *immunoblotting* e inmunoprecipitación con anticuerpos específicos, se identificó la presencia de tropomiosina, miosina, actinina y dos diferentes actinas que se unen a fibras de actina. A la vez, se identificaron al menos 7 proteínas que se unen específicamente a Calmodulina. Estas últimas fueron localizadas celularmente por medio de microscopía de inmunofluorescencia.

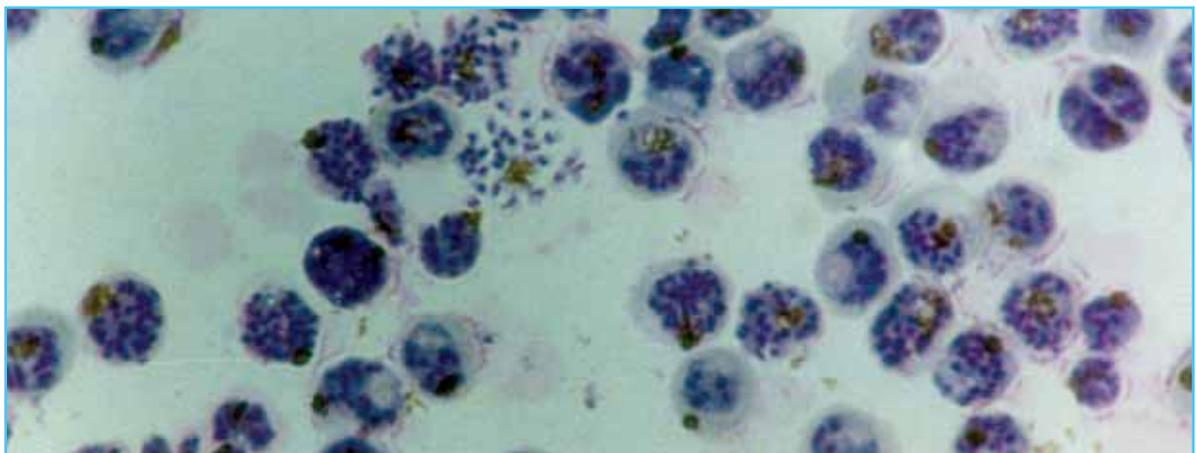
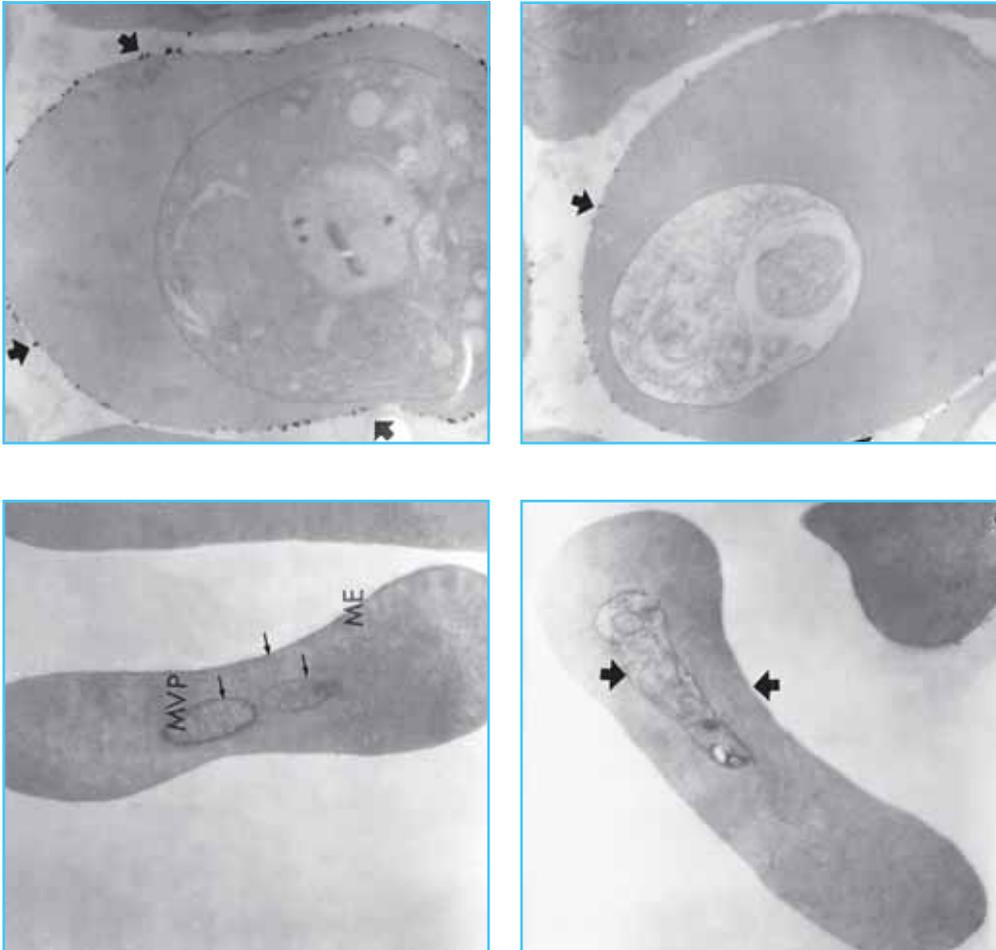


Foto 2 Preparado in vitro de formas maduras (esquizontes) concentradas de *Plasmodium falciparum*.



Fotos 2-5 Microscopía electrónica de eritrocitos invadidos por el parásito *Plasmodium falciparum*. Tinción enzimática de actividad transportadora de calcio.

La presencia de todas estas proteínas en *Plasmodium falciparum* sugiere un citoesqueleto complejo y apoya el papel de un motor `actina miosina´ durante la invasión, como ha sido propuesto anteriormente. Se obtuvieron, además, genotecas ADNc en vectores de expresión moderada para algunas de las proteínas de unión a Calmodulina y se secuenciaron, lo cual permitió una identificación funcional tentativa y dio origen a otros proyectos.

Así mismo, se clonó y secuenció un fragmento de la que resultó ser Miosina-A del parásito, hoy claramente involucrada con la invasión.

Este hallazgo permitió establecer una fructífera colaboración con el Randall Institute del King's College en Londres, UK, y la presentación de otros proyectos que están activos actualmente -2005-.

Resultados adicionales del proyecto, considerados de gran importancia fueron la formación de personal científico: 2 doctorados terminados y un tercero iniciado, y 3 maestrías terminadas y la publicación nacional e internacional de los resultados, mediante 3 artículos internacionales y 2 nacionales y presentaciones en congresos dentro y fuera del país.

Perspectivas de solución a la invasión y crecimiento del parásito durante la infección

El conocimiento científico molecular generado en el proyecto sobre el control metabólico del *Plasmodium falciparum* amplía las perspectivas de encontrar una solución a la invasión y crecimiento de dicho parásito a lo largo de la infección producida.

El INS presenta entre sus múltiples capacidades científicas un alto nivel de investigación en bioquímica que permite avanzar en temas de alta complejidad como es el presente proyecto. Esta línea de investigación del Laboratorio de Bioquímica del INS, en estrecha relación con el Departamento de Química de la U. Nacional con la infraestructura básica necesaria y con suficiente experiencia en los diversos enfoques experimentales. Esta colaboración permitió contar con estudiantes del más alto nivel — 3 de doctorado en este caso— y con la dirección de uno de los investigadores principales, Moisés Wasserman, quien durante la ejecución del proyecto era profesor de dedicación exclusiva de la misma.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. M. WASSERMAN, M.M. MÁRQUEZ, M. URQUIZA and P. JIMÉNEZ. (1999) Increase of a calcium dependent transglutaminase activity in the erythrocyte during infection with *Plasmodium falciparum*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 94:95-100
2. C. FORERO and M. WASSERMAN. (2000) Isolation and identification of Actin binding proteins in *Plasmodium falciparum*. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 95:329-337
3. M. E. ALVARADO, M.O. ROJAS, H.Y. GUERRERO y M. WASSERMAN. (2000) Ubicación de la secuencia repetitiva Pfc0692 en fragmentos genómicos de *Plasmodium falciparum*. Biomédica. 20: 49-58
4. A.P. GUERRA, V.J. Vera, M.O. ROJAS y M. WASSERMAN. (2001) Detección y expresión de una proteína de unión a calmodulina en *Plasmodium falciparum* Biomédica. 21: 41-52
5. M.L. CALDAS and M. WASSERMAN. (2001) Cytochemical localization of Calcium ATPase activity during the erythrocytic cell cycle of *Plasmodium falciparum*. Journal for International Parasitology. 31: 776-782.
6. E. CALVO, C. RUBIANO, A. VARGAS and M. WASSERMAN. (2002) Expression of housekeeping genes during the asexual cell cycle of *Plasmodium falciparum*. Parasitology Research. 88: 267-271
7. D.L. MENDOZA y M. WASSERMAN. (2002) Construcción de una genoteca de ADNc representativa de los estadios de vida asexual del parásito *P. falciparum* aislamiento de dos genes de proteínas de unión a calmodulina. Biomédica. 22: 241-252

La enfermedad de Chagas

Ensayos de estrategias de control de la transmisión vectorial

Las investigaciones sobre las enfermedades tropicales son prioritarias en la política científico-tecnológica, porque ningún otro país o institución foránea investiga por su propia cuenta nuestros propios problemas y necesidades. Es el caso de la enfermedad de Chagas, uno de los males sobre los cuales debemos generar mayor conocimiento, con independencia del interés que pueda tener para laboratorios farmacéuticos o entidades de países más desarrollados.

Libros:
"Control y Manejo de la Tripanosomiasis Americana" (1999). UIS, Bucaramanga.

Entidades responsables:
U. Industrial de Santander /UIS, Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales - Grupo de Entomología y Parasitología.

Entidades participantes:
Servicio de Salud de Santander, Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales. Bucaramanga

Investigador principal:
Víctor Manuel Angulo Silva

Co-investigadora principal:
Zoraida Tarazona de Ramírez

Co-investigadores:
Nelly Aguilar
Luis Carlos Orozco
Magali Sandoval

Correo electrónico:
cintrop@uis.edu.co

La enfermedad de Chagas es producida por un parásito flagelar, el *Tripanosoma cruzi*, y es endémica en varios países de Sur América, entre ellos Colombia. El parásito se transmite cuando un triatomíneo infectado se alimenta con la sangre de un ser humano. El insecto es intradomiciliario y uno de los pilares del control es eliminar su presencia en las viviendas. Se estima que existen en el país más de un millón de personas infectadas, y cerca de 40.000 nuevos casos se presentan por año. Según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Salud /INS, la zona Nororiental de Colombia presenta un índice de infestación por triatomíneos de 13,7%, correspondiendo al Departamento de Santander el segundo índice más alto (23,15%), región con los indicadores de densidad y hacinamiento más altos del país —191,22% y 827,1%, respectivamente—.

Endemia rural que tiende a urbanizarse

En la medida que se conoce su verdadera dimensión, esta enfermedad representa una de las endemias rurales de mayor impacto en salud pública, con una rápida tendencia a la urbanización por transmisión transfusional.

En Santander, ante el desconocimiento de la efectividad de las formulaciones de insecticidas sobre los insectos transmisores del parásito se realizó un estudio experimental en viviendas rurales de 7 municipios endémicos: Curití, Mogotes, San Joaquín, Onzaga, Ocamonte, Oiba y Gámbita.

La eficacia de cada tratamiento fue evaluada usando indicadores entomológicos y serológicos observados durante 2 años de seguimiento. Los insecticidas residuales y de contacto se consideran en la mayoría de los países entre los principales componentes de un programa integral de lucha contra el vector. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud /OMS promueve el estudio de la eficacia de nuevas herramientas de control químico de vectores de la enfermedad de Chagas.

Infestación por debajo del 10%

En este estudio se comparó la eficacia de tres tipos de intervenciones contra este vector: El rociamiento tradicional con deltametrina, el recubrimiento de la vivienda con una pintura insecticida a base de malathion, y el "pote fumígeno" compuesto por asimetrina-permetrina y diclorvo.



Foto 1 Presentaciones comerciales de la pintura insecticida (Duration@) y pote fumígeno (Musal@).



Foto 2 Aplicación del pote fumígeno.

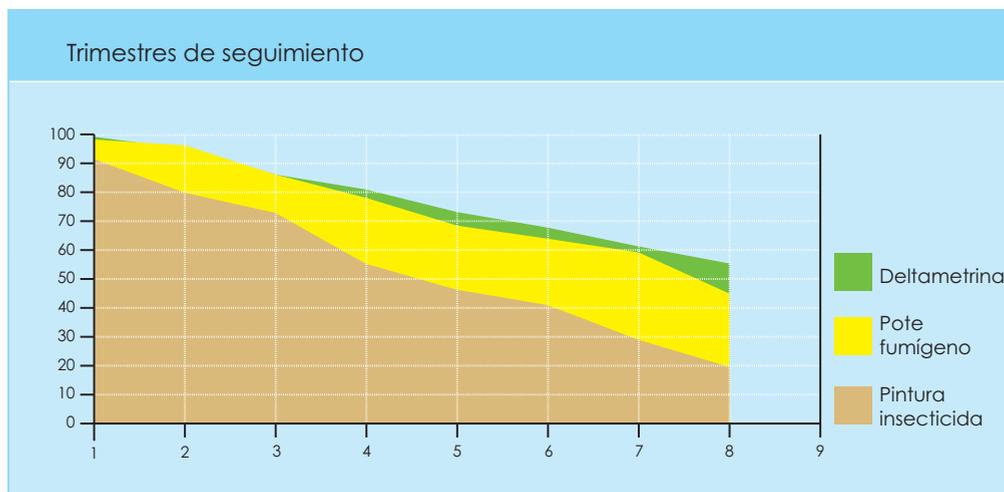


Tabla 1 Distribución porcentual de viviendas libres de infestación por trimestre de observación, según la herramienta aplicada. Fuente: Documentos del Proyecto.

Las nuevas herramientas fueron desarrolladas con el apoyo del Programa de Entrenamiento e Investigación en Enfermedades Tropicales /TDR de la OMS.

La evaluación del efecto sobre la infestación de las viviendas mostró que el rociamiento tradicional con deltametrina y el pote fumígeno controlaron la infestación de la vivienda en forma similar durante el primer año de observación, manteniendo los niveles por debajo del 10% —el número de viviendas libre de infestación de este periodo fue similar—, mientras que la pintura insecticida no alcanzó estos niveles de control (Ver Tabla 1).

Al evaluar el efecto con los marcadores serológicos no se encontraron diferencias en la aparición de nuevos casos de infección para ninguna de las intervenciones.

El pote fumígeno fue la herramienta de más fácil aplicación y fue muy bien aceptado por la comunidad y por los operarios del control, así como el rociamiento tradicional con deltametrina.

Este estudio facilitó las 3 herramientas de control de triatominos, lo que permite al Ministerio de Salud seleccionar cuál de ellas aplica en condiciones epidemiológicas y socio-económicas particulares.

Investigación, promoción y apoyo al control de la endemia

El proyecto fortaleció la línea de investigación sobre control de la enfermedad de Chagas, así como el grupo de investigación del CINTROP-UIS, en Piedecuesta, que desde hace varios años viene desarrollando un programa de investigación, promoción y apoyo al control de la endemia, para adquirir conocimientos sobre la historia natural, la relación hospedero-parásito, la situación epidemiológica e implementar, desarrollar y transferir la tecnología para el estudio, diagnóstico y control de la enfermedad.

Las poblaciones de los municipios de Santander objeto de la investigación y las demás zonas endémicas para la enfermedad de Chagas en Colombia han sido los

mayores beneficiarios del conocimiento generado en el presente proyecto, realizado con el apoyo de la OMS/TDR, de instituciones nacionales y territoriales como el Ministerio de Salud, la Secretaría de Salud de Santander, la U. Industrial de Santander, la Gobernación de Santander y COLCIENCIAS.

Grupos de investigadores de diversas instituciones, junto con el Ministerio de Salud y las secretarías departamentales, están conjugando esfuerzos para llevar a cabo el Programa Nacional de Prevención y Control de la Enfermedad de Chagas y la Cardiopatía Infantil, respondiendo al compromiso de la Iniciativa de los Países Andinos para eliminar la transmisión vectorial a corto plazo.



Foto 3 Aplicación de la pintura insecticida.



Foto 4 Aplicación de Deltametrina.

Estudio clínico molecular

Nuevas perspectivas para familias con trastorno afectivo bipolar

El trastorno afectivo bipolar (TAB) es un estado psiquiátrico muy frecuente, de alta morbilidad y alto costo socioeconómico, con una prevalencia estimada de alrededor del 1,7% de la población en Colombia. En el mundo, se calculan en más de 851 millones de personas con algún trastorno mental, y el TAB es una de las 10 primeras causas de discapacidad, según la Organización Mundial de la Salud /OMS. Como tendencia para el Siglo XXI, se considera que los trastornos afectivos serán los de mayor impacto epidemiológico después de la enfermedad cardiovascular.

El TAB se caracteriza por episodios fluctuantes y cíclicos de alteración del estado de ánimo o tono energético vital, que pueden durar días o meses, y se manifiesta como un apagamiento vital global o depresión, o como una exaltación vital global o manía. Su desarrollo tiende a ser crónico y recurrente. Hay clara evidencia de factores genéticos involucrados en la vulnerabilidad al trastorno, pero no se han podido aislar uno o varios genes implicados directamente. Esto puede originarse en el modo tradicional de abordar la identificación de genes por el método de análisis de ligamiento paramétrico, muy exitoso en la caracterización de enfermedades de tipo mendeliano —herencia—, pero cuyo poder se reduce al aplicarse a rasgos complejos. Por esta razón, el proyecto se orientó hacia el conocimiento de la genética de la población objeto del estudio en Antioquia, aplicando áreas científicas tan avanzadas como la Genética y la Biología Molecular.

El Grupo de Investigación evaluó la hipótesis sobre el ligamiento genético del TAB en las 13 regiones que en estudios anteriores habían presentado evidencia considerable. En estas regiones se evaluaron 10 familias con varios individuos afecta-

dos por la enfermedad, identificados en la Clínica de Trastornos Afectivos del Departamento Psiquiátrico del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, el Hospital Mental de Antioquia y la Clínica Samein en Medellín. Además, se estudiaron 103 casos de TAB I y 112 controles sin historia de este trastorno, y no se detectó asociación entre TAB y un polimorfismo del promotor del transportador de serotonina (5-HTT). Sin embargo, se encontró que había mayor frecuencia de este polimorfismo en los casos de pacientes más jóvenes y con síntomas psicóticos.

Investigación sobre la historia genética de Colombia y su consecuente aporte cultural

La investigación amplió la comprensión de la patogenia del TAB y, junto con hallazgos de otros estudios en desarrollo, abrió posibilidades de nuevas terapias y mejoró la clasificación de las patologías psiquiátricas, incorporando elementos etiológicos a los criterios operacionales utilizados hasta ahora. El proyecto justificó la investigación

Premios:
Poster Award, XXIV Collegium Internationale Neuro-Psychopharmacologicum Congress, Collegium Internationale Neuro-Psychopharmacologicum. París, Francia. Genome wide linkage scan for BP-I in families from a South American population isolate supports the presence of disease-loci in 5q and 21p. The international Journal of Neuropsychopharmacology. (2004) v. 7, p. S357-S357.

Mejor artículo en Revista Colombiana de Psiquiatría Asociación Colombiana de Psiquiatría por: Loci genéticos asociados al trastorno bipolar: estudios en población colombiana. (2001) Revista Colombiana de Psiquiatría Vol. 30 No. 3 Pags. 239-247

Mención de Honor. Premio Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Fundación Alejandro Angel Escobar, por: "Diversidad genética de la población colombiana: una nueva perspectiva sobre nuestra historia y sus implicaciones para la medicina en Colombia". (2001)

Premio a la Investigación, U. de Antioquia, por: "Strong Amerind / White Sex Bias and a Possible Sephardic Contribution among the Founders of a Population in Northwest of Colombia", publicado en The American Journal of Human Genetics. (2001)

Segundo puesto al mejor trabajo de investigación, Asociación Colombiana de Psiquiatría, por "Caracterización Clínica y Análisis de Pedigrís en Familias con Trastorno Afectivo Bipolar". (1999) XXXVIII Congreso Colombiano de Psiquiatría. Medellín.

Entidades responsables:
U. de Antioquia, Facultad de Medicina, Departamento de Psiquiatría y Laboratorio de Genética Molecular del Departamento de Bioquímica / Línea de investigación: Genética de los Trastornos Psiquiátricos-Grupo de investigación: Grupo de Investigación en Psiquiatría (GIPSI) y Grupo de Investigación de Genética Molecular (GENMOL).
Entidades participantes: Hospital Universitario San Vicente de Paúl, Hospital Mental de Antioquia, Clínica Samein, Medellín.

Entidades colaboradoras:
Wellcome Trust (UK), University College of London (UK), University of California Los Angeles (USA)

Investigador principal:
Jorge Ospina Duque

Co-investigadores:
A. Ruiz, J.García, G. Bedoya, M. Cuartas, D. Ortiz, L. Carvajal, Jorge Calle, C. López, L. Ochoa, N. Pineda, J. Gómez, A. Agudelo, G. Montoya, A. Miranda, A. Gallo, M. C. López, P. Montoya, C. Palacio, V. Reus, N. Freimer y M. McCarthy

Correo electrónico:
jhospina@epm.net.co

Trastorno Afectivo Bipolar

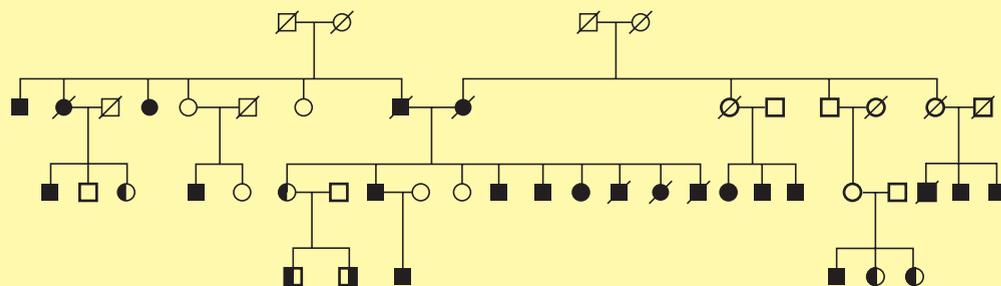


Gráfico 1 Familia con múltiples miembros afectados por el Trastorno Afectivo Bipolar (en negro).

Poder de ligamiento genético al TAB en 10 familias antioqueñas				
Familia	Z mayor que 1	Z mayor que 2	Z mayor que 3	Z promedio theta (0.05)
bip 7	87	73	51	2.91
bip 8	62	18	5	0.40
bip 13	45	20	5	0.98
bip 14	75	40	17	1.72
bip 16	71	56	25	2.11
bip 18	31	11	1	0.67
bip 24	36	9	0	0.61
bip 25	29	9	3	0.50
bip 26	75	49	16	1.83
bip 27	87	67	37	2.43
TOTAL	100	100	100	12.30

Tabla 1 Ligamiento genético.

sobre la historia genética de Colombia y su aporte cultural, para caracterizar los orígenes de diversas enfermedades con patrones de herencia complejos, como son las neuro-psiquiatrías. Esto plantea la necesidad de volver sobre los procesos de inmigración que se dieron en el país, desde el Descubrimiento de América hasta nuestros días, para comprender científicamente el proceso de mestizaje e identificar nuestro propio genoma.

Tratamientos más eficaces

De otro lado, se evidenció la necesidad de priorizar la investigación de los trastornos psiquiátricos en Colombia, de los cuales el TAB es uno de los más representativos, en razón de la conjunción de factores complejos como la problemática y el costo social, la escasez de recursos para la salud y la pobreza de la población.

Al evaluar el papel etiológico o modificador del polimorfismo usando un enfoque

de casos y controles tomados de una población de Antioquia, a partir de los conocimientos del genoma humano —lo cual permitirá tratamientos terapéuticos más eficaces— el proyecto ha beneficiado, en especial, a los pacientes estudiados, iniciando un proyecto de atención e intervención temprana de las comunidades en riesgo estudiadas.

Colombia avanza en Genética y Biología Molecular

El Grupo de Investigación se vinculó a las iniciativas internacionales que buscan coordinar el trabajo científico para evaluar la hipótesis de ligamiento genético del TAB, en forma sistemática. También se produjo un avance nacional en Genética Molecular y Biología Molecular, con la aplicación de técnicas como la extracción de ADN y la tipificación de microsatélites en el analizador genético ABI-310, según los protocolos de aplicación rutinaria; y con-

tribuyó a consolidar una nueva línea de investigación en el área de genética de los trastornos psiquiátricos, que unifica importantes áreas básicas de Biología Molecular y Neurociencias, y funge como mecanismo articulador de diversas ciencias —Básicas, Clínicas y Biológicas; Sociales y Humanas—. A la vez, el Grupo de Investigación se ha convertido en una escuela de formación de investigadores en medicina general, psiquiatría, psicología, genética, biología, enfermería, trabajo social y rehabilitación.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

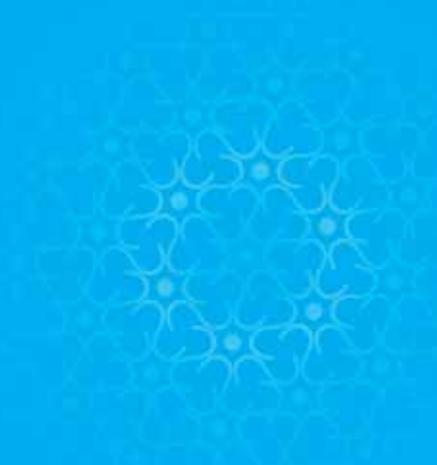
- CARVAJAL, L.G., OPHOFF, R., SERVICE, S., HARTIALA, J., MOLINA, J., LEON, P., OSPINA, J., BEDOYA, G., FREIMER, N. and RUIZ, A. (2003) Genetic Demography of Antioquia (Colombia) and the Central Valley of Costa Rica. *Human Genetics*, v. 112, p. 534-541.
- LÓPEZ, C., JIMÉNEZ, M., MORENO, S., FERNÁNDEZ, S., ROBLES, I., MOTTA, M., GARCÍA, J., PALACIO, C., LÓPEZ, M., RUIZ, A. and OSPINA, J. (2003) Neuropsychological endophenotype of patients with bipolar disorder I. *American Journal of Medical Genetics*. v. 122B, p. 58-59.
- RUIZ, A., OSPINA, J., SOTO, I.D., BEDOYA, G., PALACIO, C.A., GARCÍA, J., CALLE, J.J., LÓPEZ, C., OCHOA, L.G., CUARTAS, M., ORTIZ, D., PINEDA, N., GÓMEZ, J., AGUDELO, A., LOZANO, C., MONTOYA, G.J., LÓPEZ, M.C., GALLO, M.A., MIRANDA, A.L., SERNA, L., MONTOYA, P., DUQUE, C. y MÚNERA, M. (2001) La población colombiana. Encuentro genético de dos mundos. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, v. 30, n. 3, p. 283-284.
- OSPINA, J.; OCHOA, L.; GARCÍA, J.; LÓPEZ, C.A.; CALLE, J.; CARVAJAL, L.G.; SOTO, I.; PINEDA, N.; DUQUE, C.; MIRANDA, A.; CUARTAS, M.; GÓMEZ, J.; AGUDELO, A.; MONTOYA, G.; LÓPEZ, M.; GALLO, M.A.; MONTOYA, P.; REUS, V.; FREIMER, N. y RUIZ, A. Loci Genéticos Asociados al Trastorno Bipolar. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, v. 30, n. 3, p. 239-247, 2001.
- OSPINA, J., DUQUE, C., CARVAJAL, L., ORTÍZ, D., SOTO, I., PINEDA, N., CUARTAS, M., CALLE, J., LOPEZ, C., OCHOA, L., GARCÍA, J., GÓMEZ, J., AGUDELO, A., LOZANO, M.C., MONTOYA, G.J., OSPINA, A., LOPEZ, M., GALLO, A., MIRANDA, A., SERNA, L., MONTOYA, P., PALACIO, C., BEDOYA, G., MCCARTHY, M., REUS, V., FREIMER, N. and RUIZ, A. (2000) An association study of bipolar mood disorder (type I) with the 5-HTTLPR serotonin transporter polymorphism in a human population isolate from Colombia. *Neuroscience Letters*, v. 292, p. 199-202.

Población paisa actual
Cromosoma Y (masculino) 94% Europeo, 5% Africano, 1% Amerindio -Andaluz, Vasco, Judío (16 %)-
mtDNA (femenino) 90% Amerindio -Emberá-, 8% Africano, 2% Europeo

Tabla 2 Linajes genéticos.

Años de Vida con Discapacidad (%)	
Depresión	11.9%
Pérdida auditiva adulta	4.6%
Anemia Ferropénica	4.5%
Enfermedad Pulmonar crónica	3.3%
Abuso de Alcohol	3.1%
Osteoartritis	3.0%
Esquizofrenia	2.8%
Caídas	2.8%
Trastorno Bipolar	2.5%
Asma	2,1%

Tabla 3 Impacto de las enfermedades. Reporte Mundial de Salud, OMS (2001).



Síntesis y caracterización de los productos de ciclación de orto-fenilendiaminas, orto-diaminopirimidinas, orto-diaminopurazoles con derivados metilénicos del ácido de meldrum y b-(N,N-dimetilamino) propiofenonas	pág.	54
Desarrollo de fibras biconstituidas para hilatura de alta velocidad	pág.	56
Molecular biology of the macrophage: regulation of MHC Class II expression and mycobacterial - induced programmed cell death	pág.	58
Las funciones eto-fisiológicas de la comunicación acústica en la rana <i>Hyla labialis</i>	pág.	60
Estudio de los fenómenos dependientes de calcio durante la invasión del eritrocito por el parásito <i>Plasmodium falciparum</i>	pág.	62
Efectos de presiones externas sobre las propiedades ópticas de heteroestructuras semiconductoras de GaAs	pág.	64
El método estocástico de aproximaciones externas para minimización de los costos de control de contaminación del aire	pág.	66

Programa Nacional de Ciencias Básicas

COLCIENCIAS, como Secretaría Técnica y Administrativa del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología /SNCyT, ha cumplido un papel determinante en los procesos que en los últimos 15 años han significado al país la formación de investigadores y la construcción de recursos logísticos y físicos, que le han permitido fundamentar su desarrollo en el conocimiento.

Rafael M. Gutiérrez

En este lapso, COLCIENCIAS ha apoyado y financiado múltiples esfuerzos científicos, técnicos e innovativos del SNCyT, particularmente, con las convocatorias para el financiamiento de proyectos de investigación. Específicamente, el Programa Nacional de Ciencias Básicas/PNCB, ha aprobado 413 proyectos de investigación de gran riqueza y diversidad, aportando de diferentes formas al país y, también, a la comunidad internacional, nuevos recursos conceptuales y prácticos para el desarrollo humano, social y económico.

Cuando nos hacemos la pregunta de cuántos de ellos han sido exitosos, podemos responder con seguridad y sin falsas pretensiones, que lo han sido todos ellos.

A pesar de las frustraciones y fracasos que todos en algún momento han tenido, la tenacidad y fortaleza del espíritu humano que se explotan a sus más altos niveles en la investigación científica, todos los proyectos han producido importantes contribuciones a diferentes aspectos del progreso nacional, aunque unos nos parezcan más visibles que otros.

La difícil tarea de escoger solo 7 de ellos, no puede ser sustentada por ningún criterio diferente al del azar. Solamente se podría agregar una leve subjetividad en el sentido de resaltar algunos productos inmediatos y más obvios, para satisfacer de forma más simple la perspectiva pragmática de un público general para el que no pudieran ser evidentes la gran importancia y el es-

fuerzo que conlleva desarrollar el conocimiento científico, ni los grandes beneficios sociales que esto significa, no sólo por la tecnología y los bienes y servicios que inevitablemente genera, sino por las nuevas herramientas que ofrece al ser humano para entender — cada vez mejor— el mundo y a sí mismo, aumentando las posibilidades de realización colectiva e individual.

Con estas consideraciones, y sin desconocer los grandes méritos particulares de los 7 proyectos que aquí presentamos, tenemos la responsabilidad de hacerlos reconocer como representantes de toda una comunidad de individuos e instituciones que de manera silenciosa, esforzada y austera, alimentan permanentemente el patrimonio de nuestro país para enriquecerlo y generosamente construir mejores posibilidades para las generaciones venideras que no disfrutarán las presentes.

Orto-fenilendiaminas, orto-diaminopirimidinas, orto-diaminopirazoles con derivados metilénicos del ácido de Meldrum y b-(N, N-dimetilamino) propiofenonas

Síntesis y caracterización de los productos de ciclación

El desarrollo de investigaciones orientadas a incrementar la capacidad de síntesis orgánica de diversos compuestos, permite pensar que el país se encamina a lograr una capacidad propia en esta materia, base fundamental del desarrollo de los principios activos farmacéuticos.

Entidad responsable:
U. del Valle,
Facultad de Ciencias,
Departamento de Química,
Grupo de Investigación de
Compuestos Heterocíclicos,
Cali

Investigador principal:
Braulio Insuasty Obando

Co-investigadores:
Jairo Quiroga
Rodrigo Abonía
Henry Insuasty
Harlen Torres
Angela Salcedo
Juan C. Argoti
Ricaurte Rodríguez

La importancia de este proyecto radica en la síntesis, caracterización y estudio de la posible actividad biológica de nuevos compuestos heterocíclicos fusionados conteniendo nitrógeno, potencialmente útiles en la búsqueda de nuevos fármacos.

Esta búsqueda demanda el desarrollo de nuevos métodos de síntesis para la obtención de tales compuestos. El ácido de Meldrum /-AM- (2,2-dimetil-1,3-dioxano-4,6-diona) es un precursor versátil como componente 1,3-bielectrófilo, análogo a otros compuestos 1,3-dicarbonílicos como la dimedona y el ácido barbitúrico, utilizados ampliamente en reacciones de ciclocondensación para la obtención de heterociclos fusionados con un amplio espectro de actividad biológica.

Las orto-fenilendiaminas, orto-diaminopirimidinas y orto-diaminopirazoles son utilizadas como productos de partida en reacciones de ciclocondensación por su alta reactividad.

Los derivados 5-metilénicos del ácido de Meldrum son altamente reactivos y exhiben el comportamiento esperado para compuestos carbonílicos y carboxílicos-insaturados.

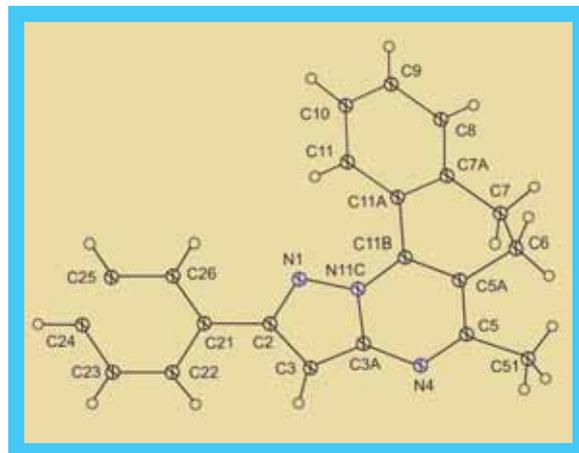
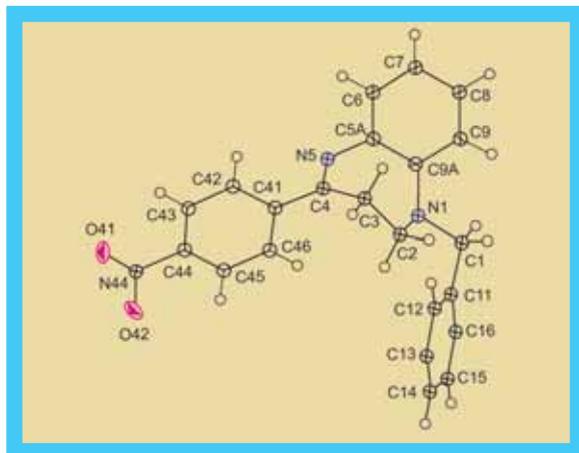
En esta investigación se utilizaron diferentes derivados de las diaminas y de los compuestos 5-metilénicos derivados del AM, con el objetivo de desarrollar nuevas rutas de ciclación para la obtención de compuestos heterocíclicos nitrogenados con posible actividad biológica.

El proyecto busca ampliar el campo de la síntesis orgánica, profundizando en los aspectos teóricos y prácticos, lo que permite ampliar nuestros conocimientos y aplicarlos al desarrollo de nuevos métodos de síntesis, en la búsqueda de nuevos fármacos.

Nuevas sustancias sintetizadas con posible actividad biológica

El proyecto alcanzó importantes resultados en la síntesis de una amplia gama de compuestos heterocíclicos nitrogenados de 6 y 7 miembros, como: benzodiazepinas, pirimido-diazepinas, pirazolodiazepinas, benzimi-dazolopirimidinas, benzimi-dazoloquina-zolinas, piridopirimidinas, pirazolopiridinas y pirazolopirimidinas.

Correo electrónico:
brainsu@univalle.edu.co



Ilustraciones 1-2 A la izquierda, estructura cristalina de una benzodiazepina. A la derecha, estructura cristalina de benzopirazoloquinazolina. Fuente: Documentos del Proyecto.

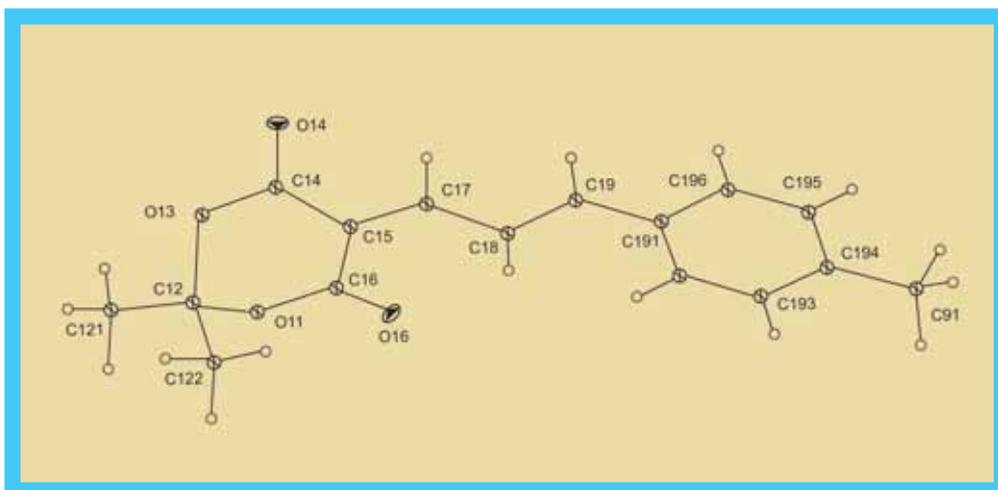


Ilustración 3 Estructura cristalina de un arilaliriden derivado del ácido de Meldrum. Fuente: Documentos del Proyecto.

Entre esta variedad de nuevos compuestos sintetizados, se resaltan algunas pirimidodiazepinas que presentan una alta actividad antitumoral ante diferentes tipos de células cancerígenas, mostrando valores de inhibición del crecimiento celular en el mismo orden de magnitud que compuestos actualmente existentes en el mercado y algunas benzimidazoquinazolininas con actividad antifúngica moderada.

Conocimiento para producir nuevos fármacos

Al avanzar en el campo de los compuestos heterocíclicos y generar conocimiento útil para los investigadores y laboratorios dedicados a la búsqueda de nuevas sustancias sintetizadas con posible actividad biológica, en el futuro, los grandes beneficiarios de la investigación son las empresas farmacéuticas que dispondrán de este conocimiento para producir nuevos fármacos. El proyecto divulgó los resultados en ámbitos especializados e idóneos —mediante la publicación de artículos en revistas científicas internacionales y la

presentación de resultados en 7 congresos científicos nacionales e internacionales—, y contribuyó a la formación de 4 estudiantes de maestría, evaluados con calificación meritoria, 1 estudiante de doctorado con tesis laureada y 3 estudiantes de pregrado.

El grupo generó una escuela de investigación en el área de Síntesis y Caracterización de Compuestos Heterocíclicos Nitrogenados con posible Actividad Biológica y, con ello, ha fortalecido al Doctorado de Química de la U. del Valle. Además, conformó su propia red internacional de investigación científica al articularse con el Centro de Investigación de Compuestos Heterocíclicos, de la U. de la Florida en Gainesville; el Grupo de Búsqueda de Compuestos con Actividad Biológica de la Fac. de Ciencias Exactas y Experimentales de la U. de Jaén, España; el Inst. de Química Orgánica, de la U. de Mainz, Alemania; el Inst. de Química de la U. Autónoma de México; y el Lab. de Farmacognosia de la Fac. de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la U. Nacional de Rosario, Argentina.

Un indicador del nivel del grupo es la publicación de más de 110 artículos en revistas internacionales, méritos que permitieron a COLCIENCIAS otorgar la Categoría A al grupo, de acuerdo con la Convocatoria a Grupos y Centros de Investigación.

Con base en los logros alcanzados, se ha planteado el desarrollo de nuevas líneas de investigación, lo que ha permitido la preparación de nuevos proyectos enfocados a mejorar las metodologías sintéticas empleadas en la búsqueda de nuevos compuestos heterocíclicos con actividad biológica.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- INSUASTY, B., INSUASTY, H., QUIROGA, J., SAITZ, C. and JULLIAN, C. (1999) Reaction of 4,5-Diamino-3-methyl-1-phenylpyrazole with 3 Dimethylaminopropiophenones. Synthesis of new 4-Aryl-6-methyl-8-phenyl-2,3-dihydropyrazolo(3,4-b)diazepines and 4-Aryl-8-methyl-6-phenyl-2,3-dihydropyrazolo(4,3-b)diazepines. *J. Heterocyclic Chem.*, 36, 635-638.
- INSUASTY, B., INSUASTY, H., QUIROGA, J., NOGUERAS M., SÁNCHEZ, A. and LÓPEZ, M. D. (1999) Synthesis of 2-Aryl-2,3-dihydro-4-styrylpyrimidodiazepines in the Reaction of 4,5,6-Triaminopyrimidine and 2,4,5,6-Tetraaminopyrimidine with diarylidenediketones. - *J. Heterocyclic Chem.*, 36, 933-936.
- ARGOTI, J.C., INSUASTY, B. y QUIROGA, J. (1999) Reacción de o-diaminopirimidin-6-onas con benzoincinamonitrilos y bencilidenedicetonas. - *Unicauca Ciencia*, 4, 11-19.
- INSUASTY, B., ABONIA, R., QUIROGA, J., SALCEDO, A., KOLSHORN, H. and MEIER, H. (2000) Unexpected 1-Alkyl- and Azeto(1,2-d)-1,5-benzodiazepine Derivatives in the Reaction of o-Phenylenediamine with 3 (Dimethylamino) propiophenones. - *Eur. J. Org. Chem.*, 10, 1973-1976.
- INSUASTY, B., INSUASTY, H., QUIROGA, J., SAITZ, C. and JULLIAN, C. (2000) Reaction of 4,5,6-Triaminopyrimidine and 2,4,5,6-Tetraaminopyrimidine with 3-Dimethylamino-propiophenones. Synthesis of new 4-aryl-2,3-dihydropyrimidodiazepines. - *J. Heterocyclic Chem.*, 37, 401-405.
- INSUASTY, B., RODRÍGUEZ, R., QUIROGA, J., ABONIA R., SAITZ, C. and JULLIAN, C. (2000) Synthesis of New 1-Benzyl-4,6-diaryl-2,3-dihydropyrazolo(3,4-b)(1,4)diazepines. - *Heterocyclic Commun.*, 6(3), 231-238.

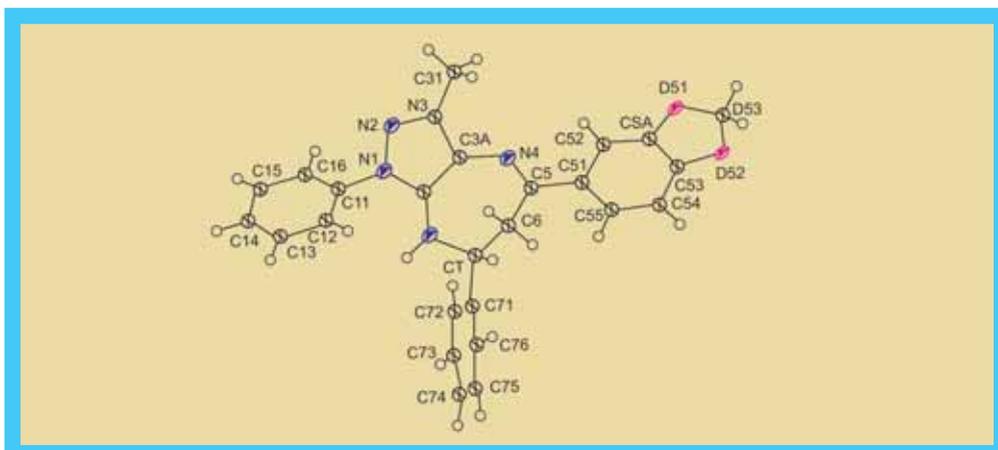


Ilustración 4 Estructura cristalina de una pirazolodiazepina. Fuente: Documentos del Proyecto.

Desarrollo de fibras biconstituidas

Hilatura de alta velocidad

Tesis doctorales:

J.D. Sierra. (2005) Desarrollo de fibras biconstituidas de Polipropileno y Poliamida 6 para hilatura de alta velocidad. Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas. Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física, U. del País Vasco, España.

Ponencias en eventos científicos:

J. D. Sierra, I. López, M. Noriega and I. Katime. (2004) Model for fiber spinning including viscoelasticity. International colloquium of Polymer Processing Center. University of Wisconsin. Madison.

J. D. Sierra, I. López, M. Noriega and I. Katime. (2005) Biconstituent fiber spinning modeling by using Phan Thien-Tanner multimode constitutive equation. Annual Technical Conference ANTEC. Society of plastic engineers SPE. Boston.

Publicaciones científicas:

J. D. Sierra, I. López, M. Noriega and I. Katime. (2005) Biconstituent fibers from polypropylene and polyamide 6: fiber spinning modeling and properties. J. Polym Eng.

Entidad responsable:

Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho /ICIPC, Grupo de Investigación en Materiales Poliméricos y Procesamientos de Polímeros. Medellín

Investigador principal:

Juan Diego Sierra Muñetón

Correo electrónico:

jsierra@icipc.com

La `hilatura de fibras´ es un proceso en el cual un material polimérico en estado fundido pasa por una serie de capilares muy finos para obtener fibras de diversas geometrías, que son insumos para producir cuerdas y cordeles, telas y tejidos, filtros y tapetes y otros productos. El modelamiento del proceso de hilatura sigue acaparando la atención de los investigadores, en procura de incluir modelos generalizados que incluyan características como viscoelasticidad, cristalización, efectos gravitacionales y tensión superficial.

Un modelo unidimensional que simula la hilatura de fibras

Este proyecto aportó al desarrollo de la línea de conocimiento sobre fibras poliméricas biconstituidas en Colombia, al establecer el estado del arte en el tema. Además, encontró poca investigación sobre la caracterización y producción de fibras biconstituidas fabricadas con mezclas de Polipropileno y Poliamida 6, y baja disponibilidad de la información necesaria para el dominio de sus propiedades mecánicas mediante el control de la morfología, orientación y deformación de la fase dispersa.

Tal escasez de conocimiento fue la principal motivación para realizar esta investigación que permitió formular un modelo unidimensional que simula la hilatura de fibras a partir de material fundido, con base en las ecuaciones básicas de fenómenos de transporte, a saber: De continuidad, momento y energía, las cuales se complementaron con ecuaciones constitutivas y un modelo para la cinética de cristalización.

Para resolver el sistema de ecuaciones diferenciales acopladas que constituyen el modelo de hilatura de fibras, se efectuó un desarrollo numérico

discretizando el sistema de ecuaciones en diferencias finitas y utilizando el método del disparo y 2 algoritmos de solución, un método de Runge-Kutta de orden 6 y un método de Crank-Nicholson.

Para realizar los cálculos se desarrolló un programa de ordenador en Visual Fortran, y la interfaz gráfica para visualizar en línea los datos en OpenGL. Para validar el modelo aplicado y evaluar las propiedades y la morfología que se logra en las fibras biconstituidas obtenidas con mezclas de Polipropileno y Poliamida 6, se experimentó en una línea de hilatura de laboratorio y se efectuó una extensa caracterización morfológica y mecánica de las fibras.

La caracterización de los polímeros individuales y sus mezclas permitió estimar los parámetros del modelo reológico para efectuar las simulaciones y, también, observar algunas anomalías interesantes en la viscosidad y el módulo dinámico de las mezclas.

El proyecto estimuló una amplia discusión sobre la morfología de la fase dispersa en las fibras biconstituidas y formuló un modelo fenomenológico para explicar la morfología observada. Las fibras obtenidas con mezclas de Polipropileno y 15% Poliamida 6 se pueden llevar a escala industrial, debido a que se logró hilar en una línea industrial durante



Foto 1 Determinación de la morfología de la fibra biconstituida utilizando microscopía óptica.

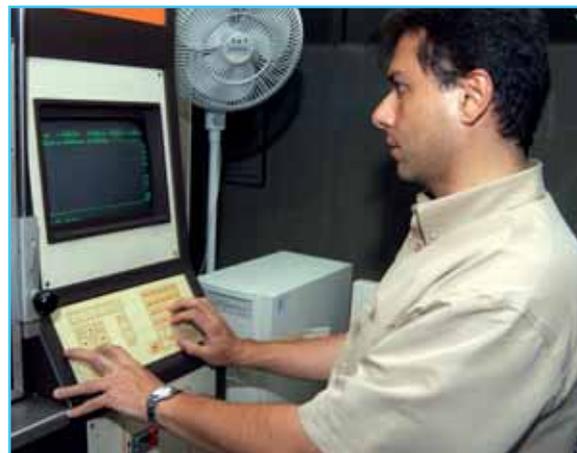


Foto 2 Determinación de la reología de las mezclas de PP y PA6 utilizando reometría capilar de alta presión.

Fibra con 15% de PA6 (condiciones de hilatura 230 °C y 0,942 m/s)

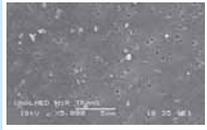


Foto 3 En la línea de la hilatura transversal.

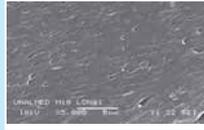


Foto 4 En la línea de la hilatura longitudinal.



Foto 5 Estirado a 100°C y 500 mm/min transversal.



Foto 6 Estirado a 100°C y 500 mm/min longitudinal.

Fotos 3-6 Morfología de la fibra biconstituida de PP y PA6 utilizando microscopía electrónica de barrido SEM.

cerca de tres horas, sin problemas y a velocidades de hilatura de hasta 2.211 m/min.

También, se lograron mejoras apreciables en el módulo de elasticidad, la tenacidad de las fibras y la resistencia al aplastamiento una vez fabricados los tapetes y las alfombras. Como beneficio adicional se logró el teñido en barca de las fibras con colores claros.

Nuevas propiedades de las fibras y mejores productos

El proyecto desarrolló una fibra biconstituida de Polipropileno y Poliamida 6 con propiedades específicas de rigidez, resiliencia, facilidad de teñido, texturizado y termofijación, para la hilatura de alta velocidad, que compite favorablemente con las fibras conocidas actualmente.

Estas propiedades de las fibras garantizan el éxito en el mercado de tapetes, alfombras y telas a bajo costo y confirman la importancia científica y económica de la investigación.

La validación indicó que el programa de simulación reproduce adecuadamente tanto los resultados experimentales y las simulaciones de hilatura elaboradas por otros investigadores, como los datos experimentales de diámetro de fibra obtenidos en la presente investigación, y en especial, si se utiliza el modelo viscoelástico de Phan Thien y Tanner de varios modos y la correlación de George para el coeficiente de convección de calor. Las predicciones del esfuerzo final fueron acertadas con las mediciones experimentales.

Entre otros resultados, el proyecto publicó 1 artículo en revista internacional, formó 1 doctor en Ciencias Químicas y presentó 2 ponencias en eventos internacionales.

Productores de fibras y fabricantes de tapetes más competitivos

Los usuarios inmediatos de los resultados del proyecto han sido los productores de fibras y fabricantes de tapetes, quienes pueden usar este tipo de tecnologías para

mejorar la competitividad de sus productos en el mercado nacional e internacional.

Con el proyecto se fortaleció la capacidad científica de ICIPC, entidad que potenció su línea de investigación sobre materiales plásticos y procesamiento de polímeros, amplió su portafolio de servicios tecnológicos a la industria, y consolidó el reconocimiento local e internacional y su red de cooperación técnica y científica.



Foto 7 Fibra biconstituida de PP y PA6 producida industrialmente a velocidades de hasta 2.211 m/min.



Foto 8 Estiramiento de las fibras biconstituidas en máquina universal de ensayos y horno de temperatura controlada.

Regulación de la expresión de las moléculas de histocompatibilidad (MHC) Clase II e inducción de muerte celular programada en macrófagos infectados con *Mycobacterium tuberculosis*

Biología celular y molecular del Macrófago

La tuberculosis en seres humanos ha vuelto a tomar fuerza, desafortunadamente. La presente investigación experimental enfrentó ese problema mediante 2 subproyectos en los cuales se estudiaron los aspectos críticos de la biología celular y molecular del macrófago, particularmente, en su interacción con *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv (MTB), el agente causal de la tuberculosis en humanos.

Premios:
Primer Puesto en la Categoría de Ciencias Exactas y Naturales, otorgado por la Fundación Alejandro Angel Escobar. (2000)

Primer Puesto en la Categoría de Ciencias Básicas en el II Encuentro Nacional de Investigación en Enfermedades Infecciosas. (2000)

Entidad responsable:
U. de Antioquia, Facultad de Medicina, Grupo de Investigación en Inmunología Celular e Inmunogenética. Línea de investigación: Respuesta inmune en tuberculosis. Medellín

Investigador principal:
Luis Fernando Barrera Robledo

Co-investigador:
Luis F. García

Correo electrónico:
efbarrera@quimbaya.udea.edu.co

El primer subproyecto, "muerte celular inducida por MTB", se concentró en los mecanismos bioquímicos y moleculares de la apoptosis inducida por la infección in vitro con MTB vivo de las líneas celulares de macrófagos murinos B10R y B10S, y su modulación por productos micobacterianos de reconocida importancia biológica, como el *lipoarabinomano* /LAM.

El segundo subproyecto, "regulación de la expresión de los genes del Complejo Mayor de Histocompatibilidad clase II (MHC-II)", examinó tanto las consecuencias de la infección con MTB con respecto a la expresión de los antígenos del MHC-II, como los mecanismos moleculares asociados con la desregulación de estas moléculas en los macrófagos infectados.

Aportes al conocimiento universal sobre el MTB

Esta línea de investigación y la posibilidad de aplicar sus resultados constituyen valiosos aportes al conocimiento universal sobre el tema de la

tuberculosis. Los resultados científicos obtenidos demuestran que MTB vivo induce apoptosis, al igual que el PPD —antígeno proteico purificado—.

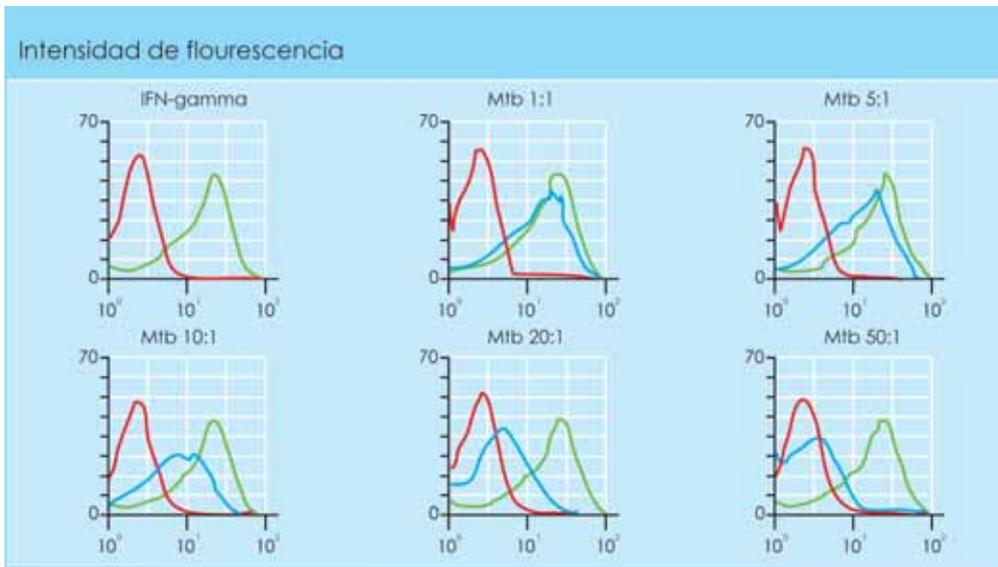
Esta inducción se correlacionó con los niveles de óxido nítrico (NO) producido por las células infectadas. Además, se encontró que las micobacterias no virulentas no inducen apoptosis sino una menor cantidad de NO en los macrófagos infectados.

Finalmente, se encontró evidencia de que las células B10R —que expresan el alelo que confiere resistencia a las infecciones intracelulares con micobacterias, *Nramp1^{r/r}*— son más susceptibles a morir por apoptosis que las células B10S, las cuales portan el alelo *Nramp1^{s/s}*, resultados que sugieren que la apoptosis podría ser un mecanismo de defensa contra la infección micobacteriana.

Los investigadores también encontraron que los reactivos intermediarios del oxígeno (Ro/s) no están significativamente comprometidos en la habilidad de los macrófagos B10R y B10S para controlar la proliferación intracelular de MTB, ni juegan un papel importante en la apoptosis de las células A



Fotos 1-2 Material de laboratorio utilizado durante la investigación y verificaciones por parte de los investigadores.



Gráficos 1-6 La infección de macrófagos con *Mycobacterium tuberculosis*, la bacteria causante de la tuberculosis humana, resulta en la inhibición de la expresión de las moléculas del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC) clase II. La línea negra representa la cantidad de moléculas de clase II en células no estimuladas con IFN-g y no infectadas; la línea verde representa la cantidad de moléculas clase II en presencia del IFN-g, y la línea morada representa la expresión de las moléculas clase II en los macrófagos tratados con IFN-g e infectados con *M. tuberculosis*. Fuente: Documentos del Proyecto.

fectadas, y que esta depende más de la presencia de reactivos intermediarios del nitrógeno (RNIs).

Un grupo de investigación con amplia trayectoria

El grupo investigó durante varios años en aspectos básicos y clínicos de la respuesta inmune en pacientes tuberculosos comparados con controles sanos tuberculinos positivos. Además, ha investigado sobre posniveles de inmunoglobulinas totales y específicas, las subpoblaciones de linfocitos, la producción de linfoquinas, la actividad de diferentes células citotóxicas, la respuesta inmune en pleuritis tuberculosa y el papel del NRAMPI en la susceptibilidad genética a la tuberculosis.

Otros resultados alcanzados fueron la publicación de 6 artículos en revistas científicas internacionales y 2 artículos en revistas científicas nacionales; 1 tesis de maestría y

2 de doctorado, 1 de ellas calificada *Summa Cum Laude*.

Además, el grupo ha realizado 19 publicaciones relacionados con los anteriores temas de investigación, así como 7 tesis de magister en la línea de inmunología de la tuberculosis.

Aportes a la investigación en enfermedades infecciosas

Esta investigación ha beneficiado a los pacientes con tuberculosis, al aumentar la comprensión de los mecanismos de regulación génica de los antígenos MHC clase II en el macrófago.

Los estudios recientes del grupo demuestran que los fenómenos observados en los estudios básicos descritos se presentan también en humanos, como ha sido publicado en revistas internacionales especializadas.

corto plazo, los resultados son útiles a los investigadores en enfermedades infecciosas, en particular, de la tuberculosis.

Conocimiento de frontera en el tema.

Esta investigación logró articulaciones con Laval University de Québec y McGill University de Montreal, Canada; Institut de Pharmacologie et Biologie Structurale de Toulouse, Francia; y con Emory University de Atlanta, EE.UU. N.A.

El proyecto demuestra que en Colombia es posible realizar investigación científica en la frontera del conocimiento y con calidad mundial.



Foto 3 Seguimiento a la infección de los macrófagos con *M. tuberculosis* que resultó en una inhibición de MHC clase II.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. ROJAS, M., BARRERA, L.F., PUZO, G. and GARCÍA, L.F. (1997) Differential induction of apoptosis by virulent *Mycobacterium tuberculosis* in resistant and susceptible murine macrophages. Role of nitric oxide production and mycobacterial products. *J Immunol* 159(3):1352-1361.
2. ROJAS, M., OLIVIER, M., GROS, P., BARRERA, L.F. and GARCÍA, L.F. (1999) TNF- and IL-10 modulate the induction of apoptosis by virulent *Mycobacterium tuberculosis* in murine macrophages *J. Immunol* 162(10):6122-6131.
3. ROJAS, M., GARCÍA, L.F., NIGOU, J., PUZO, G. and OLIVIER, M. (2000) Mannosylated Lipoarabinomannan (ManLAM) antagonizes *Mycobacterium tuberculosis*-induced macrophage apoptosis by altering Ca²⁺-dependent cell signaling *J Infect Dis* 182(1):240-251.

La rana *Hyla labialis*

Las funciones eto-fisiológicas de la comunicación acústica

Los cantos de docenas de especies de ranas han sido grabados y descritos en términos cuanti y cualitativos, con base en análisis de sus características temporales y espectrales. Sin embargo, sólo para algunas especies se ha demostrado la función biológica de cada una de las categorías de sonido que son capaces de emitir.

Entidad responsable:
U. de Los Andes, Departamento de Ciencias Biológicas, Grupo de Ecofisiología del Comportamiento y Herpetología (GECOH)
Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Horst Lüddecke

Co-investigador y estudiante doctoral:
Adolfo Amézquita

Estudiantes de maestría:
Gloria Gutiérrez
María C. Guevara
Manuel Bernal
Óscar Sánchez

Correo electrónico:
aamezqui@uniandes.edu.co

Varios estudios en el laboratorio y en el campo han demostrado que la vocalización de las ranas constituye un componente relevante en su biología reproductiva, pues cumple funciones como atraer hembras, distanciar machos y aislar cada especie de anuros de otras especies simpátricas, es decir, que ocurren en el mismo sitio.

Con base en su función, se ha clasificado la vocalización de los anuros en categorías como "Llamada de advertencia", "territorial", "de apareamiento" y "de liberación".

Tres tipos de vocalizaciones

Con esta investigación sobre la vocalización de la especie *Hyla labialis*, en los Andes colombianos se identificaron 3 tipos de vocalizaciones.

La llamada de advertencia, emitida solamente por los machos, es la más común y tiene las funciones de atraer hembras a las charcas de reproducción, y de mantener distancias mínimas entre los machos que forman un coro en el lugar.

La llamada agresiva tiene la función de resolver situaciones conflictivas entre machos vecinos acerca de la posesión de un sitio para vocalizar.

La respuesta de machos que emiten la llamada de advertencia a la invasión experimental de su espacio, es la llamada agresiva. Esta llamada puede ser emitida en niveles crecientes de agresividad, por ejemplo añadiendo sonidos o emitiendo llamadas más largas. La llamada de liberación es emitida por hembras reproductivamente inactivas o por machos reproductivamente activos, cuando otro macho las toca con intención de aparearse.

Se descubrió que escuchar la llamada de advertencia a lo largo de 15 semanas acelera la tasa de recuperación en hembras y machos que habían perdido peso debido a su actividad reproductiva anterior. En el grupo de las ranas que escuchan la llamada, se reducen paulatinamente las diferencias entre individuos en condición corporal. Por ende, el canto puede tener un efecto de sincronización en la disposición reproductiva de los individuos que la escuchan.

Los cantos permiten entender el origen de la variación geográfica

Las características de los cantos de siete poblaciones distribuidas a lo largo de la Cordillera Oriental fueron analizadas para entender el origen de la variación geográfica.



Foto 1 Macho de *Hyla labialis* de Chingaza, mostrando la coloración más típica de esa población.



Foto 2 Pareja de *Hyla labialis* en el abrazo sexual (amplexus) mostrando diferencias en su patrón de coloración.



Foto 3 Rana portando un amés con hilos, utilizado para hacer su seguimiento y estudiar las capacidades de orientación en su hábitat natural.



Foto 4 Macho excitado durante un experimento de play-back intenta aparearse con una rana muerta.

Se encontró que las poblaciones más lejanas entre sí tienen llamadas más disímiles.

Este hallazgo es muy importante pues, dado el papel central que cumplen las vocalizaciones en la atracción de pareja y el reconocimiento entre individuos de la misma especie, la variación encontrada podría convertirse a largo plazo en un factor que impide cruces reproductivos —es decir, que favorece la formación de nuevas especies— entre las poblaciones de esta rana.

Se encontró que la temperatura y el tamaño corporal afectan los tiempos de buceo: Cuanto menor es la temperatura, los individuos pueden bucear por un menor tiempo independientemente de su tamaño corporal. Paralelamente, se describieron los patrones empleados por una rana que bucea como estrategia para evitar ataques de depredadores.

Para estudiar el efecto de las fluctuaciones climáticas en la actividad reproductiva se realizó un censo de individuos durante 51 jornadas de campo, mediante el cual se pudieron reconocer ciclos en la activi-

dad reproductiva y el efecto del clima en las oportunidades de sobrevivencia de las ranitas que completan su metamorfosis.

Efectos de la distancia en la formación de nuevas especies, y las adaptaciones fisiológicas para sobrevivir

Hoy en día se estudia diferenciación genética entre poblaciones de *Hyla labialis* y su relación con la historia geológica de la Cordillera Oriental, en colaboración con el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

Por otro lado, se trata de entender el efecto de la distancia sobre la formación de nuevas especies, así como las adaptaciones fisiológicas que permiten la sobrevivencia de esta especie en la alta montaña.

Dentro del marco de este proyecto se graduaron 4 estudiantes de maestría y 1 estudiante de doctorado y, a partir de los resultados de la investigación, surgieron preguntas que originaron nuevos proyectos.

Los resultados derivados de esta investigación han permitido la formación de nuevos investigadores, el fortalecimiento académico del Grupo de Ecofisiología del Comportamiento y Herpetología, y el establecimiento de acuerdos de colaboración con otros centros de investigación en Austria, Brasil, EE. UU. de N.A., Panamá y Suiza.



Foto 5 Hembra (arriba) termina su aproximación a un macho (abajo), siguiendo el canto de advertencia producido por éste.



Foto 6 Una de las numerosas cascadas que caracterizan el húmedo ambiente en el Parque Nacional Natural Chingaza.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- LÜDDECKE, H. (2002) Association between breeding cycle and male body condition in *Hyla labialis*. *Journal of Herpetology* 36: 607 - 614.
- LÜDDECKE, H. (2002). Variation and trade-off in reproductive output of the Andean frog *Hyla labialis*. *Oecologia* 130: 403 - 410.
- LÜDDECKE, H. (2002). Are tropical highland frog calls cold-adapted? The case of the Andean frog *Hyla labialis*. *Biotropica* 34: 281-288.
- LÜDDECKE, H. (2002). Mating pattern and hatching success in a population of the Andean frog *Hyla labialis*. *Amphibia-Reptilia*. 23: 281 - 292.
- LÜDDECKE, H. (2001) Variation in mating pattern in a population of the andean frog *Hyla labialis*. *Amphibia-Reptilia* 22:199 - 207.
- LÜDDECKE, H. (2001) Effects of water temperature and body size on dive time of the Andean frog *Hyla labialis*. *Amphibia-Reptilia*. 22: 373 - 377.
- LÜDDECKE, H., AMÉZQUITA, A., BERNAL, X. y GUZMÁN, F. (2000) Partitioning of vocal activity in a neotropical highland-frog community. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 35: 185-194.
- AMÉZQUITA, A. y LÜDDECKE, H. (1999) Correlates of intrapopulation variation in size at metamorphosis of the high-Andean frog *Hyla labialis*. *Herpetologica* 55: 295-303.

Fenómenos dependientes de calcio

Estudio de la invasión del eritrocito por el parásito *Plasmodium falciparum*

La malaria continúa siendo una de las enfermedades tropicales que requiere con mayor urgencia de una solución terapéutica, dada su alta incidencia en Colombia y en países con escaso grado de desarrollo. Esta investigación es un avance significativo en el conocimiento de la interacción hospedero-patógeno en el modelo de la malaria.

Entidad responsable:
Instituto Nacional de Salud / INS,
Grupo de Bioquímica, y U.
Nacional de Colombia,
Departamento de Química, en
alianza entre esas dos
instituciones nacionales.
Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Moisés Wasserman Lerner

Co-investigadores:
Marcela Mendoza
Jean Paul Vernot
María Orfa Rojas

Estudiantes de maestría:
Patricia Olaya
Claudia Tinjacá
María Leonor Caldas
María Helena Ramírez

Estudiantes de pregrado:
Patricia Jiménez
Claudia Guáqueta
María Helena Ramírez
Ana Patricia Robles
Marco Fidel Suárez
Ana Mercedes Márquez
Viviana Marín

Correo electrónico:
mwassermani@unal.edu.co

La premisa de que durante la invasión del eritrocito por *Plasmodium falciparum* tiene lugar una serie de eventos asociados a una señal intracelular del Calcio, sirvió de base al grupo de investigación para desarrollar la estrategia metodológica orientada a identificar fenómenos relacionados con el calcio, de los cuales depende tal proceso.

Los investigadores, a partir de los resultados obtenidos, destacan que durante el proceso de invasión tiene lugar un cambio en los estados de fosforilación de 4 proteínas — β -espectrina y las bandas 4.1, p50 y 4.9— de las membranas del eritrocito parasitado; Mientras que en el citoesqueleto del eritrocito se presentan cambios con respecto a la fosforilación de 4 fosfoproteínas pertenecientes al complejo de unión —proteína-quinasa A del parásito o del eritrocito, caseína-quinasa I, la proteína-quinasa dependiente de Calcio y Calmodulina y la proteína-fosfatasa 2A del eritrocito, cuyos estados de hiperfosforilación son compatibles con la disrupción del citoesqueleto para permitir la entrada del parásito.—.

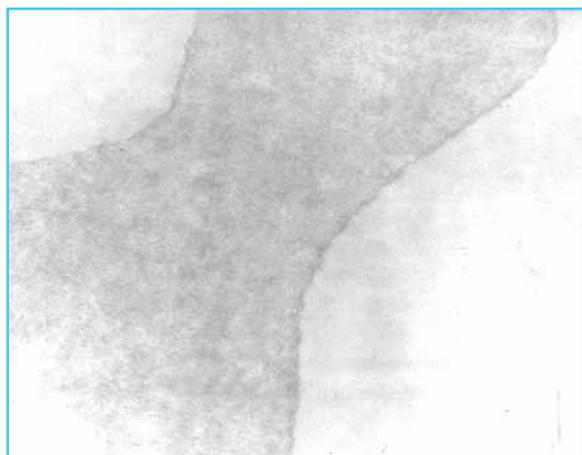
Es notable, además, que durante la invasión se active la calpaína del eritrocito, que es una proteasa neutra dependiente de Calcio; que en los eritrocitos infectados, probablemente como

consecuencia de la actividad de la calpaína, tiene lugar una degradación de espectrina, banda 3 y banda 4.1, proteínas asociadas al citoesqueleto del eritrocito.

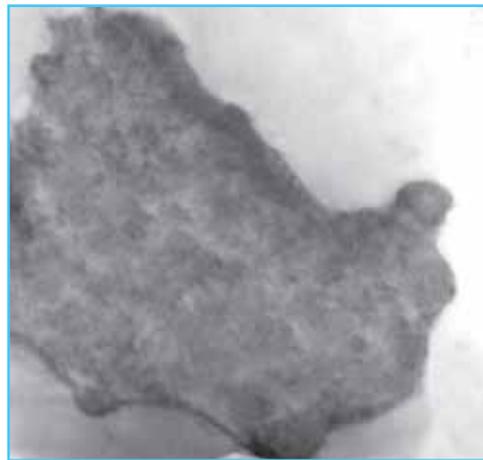
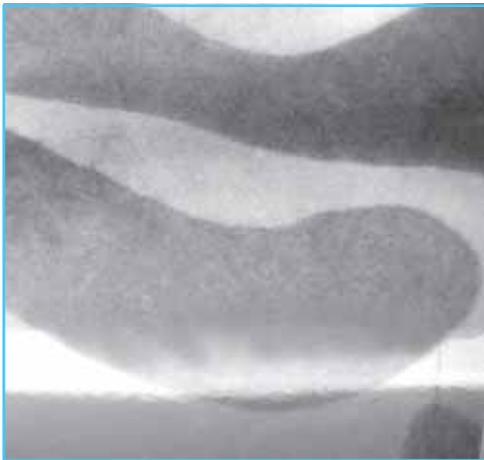
Se halló que la actividad de transglutaminasa en células sincronizadas estrictamente, medida a una concentración de Calcio de 0.5M, disminuye con la maduración del parásito y existe una fracción que se activa irreversiblemente de forma independiente del Calcio. Al parecer, esta última actividad se relaciona específicamente con el parásito. Se sugiere la posibilidad de que esta actividad, que conduce a un aumento en la fragilidad de la célula hospedera del parásito, tenga una función durante el secuestro de las células maduras en los vasos capilares o se relacione con los procesos de disrupción final y rotura de la célula para la liberación de los merozoitos.

Notables hallazgos

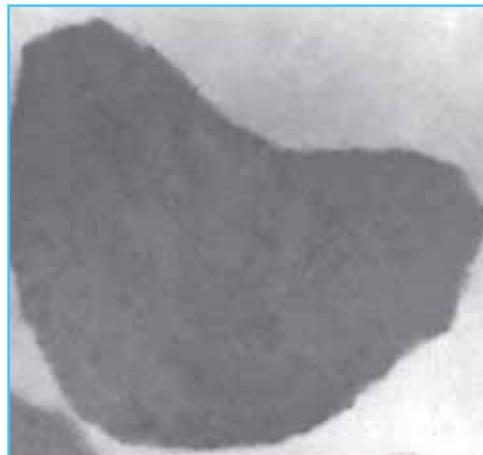
La investigación mostró que entre las alteraciones de la membrana de los eritrocitos infectados por *Plasmodium falciparum* se evidencia la formación de un complejo proteico de muy alto peso molecular, no degradable con enzimas tales como la tripsina y la papaína, del cual hacen parte las proteínas



Fotos 1-2 Detalles del proceso de detección por inmuno-microscopía-electrónica, en muestras no fijadas, de actividades enzimáticas dependientes de calcio en la membrana de eritrocitos infectados.



Fotos 3-6 Otros detalles del proceso de detección por inmuno-microscopía-electrónica. Aspectos parciales de la secuencia.



Otros resultados del proyecto incluyen la divulgación de artículos en revistas científicas nacionales -6- e internacionales arbitradas -5-, y la formación de 4 estudiantes de Maestría, 1 de doctorado y 7 de pregrado.

Nuevas posibilidades de solución a la población afectada por la malaria

El avance en el conocimiento científico de la invasión del eritrocito por el parásito *P. falciparum*, aumenta las posibilidades de dar respuestas a la población afectada por la malaria y/o en riesgo de contraerla.

espectrina, banda 4.1 y banda 3. Al parecer, el complejo corresponde a proteínas de origen eritrocítico.

También se encontró que, al parecer, existen diferencias entre la Calmodulina del parásito y la del eritrocito, que inclusive condicionarían el uso de inhibidores conocidos de Calmodulina como drogas antimaláricas. Y, mediante el uso de inhibidores y bloqueadores específicos, se determinó que el potencial generado por flujos de Na^+ , K^+ y H^+ es el factor más importante en la captación de calcio por el parásito. Estos hechos parecen apoyar la hipótesis de que el parásito controla su baja concentración citoplasmática de Calcio mediante un antiporter $\text{Na}^+-\text{Ca}^{2+}$ o $\text{H}^+-\text{Ca}^{2+}$, que es sensible al Lantano.

Es decir, el calcio puede entrar al citoplasma del eritrocito por un canal en la membrana plasmática que es sensible a potencial eléctrico. Lo anterior fue objeto de un modelo matemático que simula el comportamiento oscilatorio del sistema experimental estudiado.

En cuanto a la ATPasa de Calcio en la membrana plasmática se detectó su actividad constante mientras se desarrolla el ciclo asexual del parásito.

En el caso de la vacuola parasitófora, esta actividad es decreciente a partir de las 18-20 horas del ciclo hasta desaparecer en la fase de esquizonte.

También, se encontró que la expresión del gen de Calmodulina durante el ciclo asexual del parásito tiene 2 etapas, una de síntesis de ARN mensajero y una segunda de síntesis de proteínas; que la transcripción depende del desarrollo, con un máximo en el estadio de trofozoito maduro de 40 horas de edad, que la cantidad de mRNA baja durante la fase de esquizogonia hasta alcanzar una cantidad residual en la fase de merozoito, que a su vez se mantiene en las primeras etapas del desarrollo que duran unas 28 horas; que la síntesis de proteína sigue a la mRNA con acumulación continua hasta el final del ciclo; y, que antes de la replicación del ADN, la concentración intracelular de Calmodulina comienza a incrementarse significativamente y, por consiguiente, el gen que codifica para la Calmodulina estaría finamente regulado durante el desarrollo, con un patrón de comportamiento parecido al de los genes de histonas de eucariotas superiores.

Con base en estos hallazgos, se propusieron varios modelos en relación con la interacción Eritrocito - *P. falciparum*.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. WASSERMAN, M. (1990) The role of calcium ions in the invasion of *Plasmodium falciparum*. Blood Cells 16: 450-451.
2. WASSERMAN, M., VERNOT, J.P. and MENDOZA, P.M. (1990) Role of Calcium and erythrocyte cytoskeleton phosphorylation in the invasion of *Plasmodium falciparum*. Parasitology Research 76:681-688.
3. OLAYA, P. and WASSERMAN, M. (1991) Effect of calpain inhibitors on the invasion of human erythrocytes by the parasite *Plasmodium falciparum*. Biochimica et Biophysica Acta 1096:217-221.
4. ROJAS and WASSERMAN, M. (1993) Effect of low temperatures on the synchronized growth of '*Plasmodium falciparum*'. Journal of Eukaryotic Microbiology 40:149-152.
5. WINOGRAD, PULIDO, M. and WASSERMAN, M. (1993) Production of DNA-recombinant polypeptides by TAC-inducible vectors using micromolar concentrations of IPTG.. BioTechniques 14:886-887.
6. SALCEDO y WASSERMAN, M. (1993) Optimización de la resolución electroforética de la banda 2.1 y de las bandas 4.1a y 4.1b del citoesqueleto de membrana de eritrocito humano. Biomédica 13: 109-116.
7. ACEVEDO, F.O., MARÍN, V. and WASSERMAN, M. (1995) Electrophoretic separation of SDS-proteins in 1% agarose gels. Electrophoresis 6:1394-1400.
8. ROJAS, M.O. and WASSERMAN, M. (1995) Stage specific expression of the Calmodulin gene in '*Plasmodium falciparum*'. Journal of Biochemistry 118:1118-1123.

Heteroestructuras semiconductoras de GaAs

Efectos de presiones externas sobre las propiedades ópticas

Una nueva revolución científico técnica afectará de modo radical diversas actividades económicas y humanas: la Nanotecnología, 'ciencia de lo pequeño', que trata de la manipulación de la estructura de la materia en el ámbito atómico.

Entidad responsable:
U. de Antioquia,
Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Instituto de Física,
Medellín

Línea de investigación:
Heteroestructuras
semiconductoras de baja
dimensionalidad, Grupo de
Investigación de Estado Sólido

Investigador principal:
Carlos Alberto Duque

Participantes:

Colombia
Augusto Montes
Álvaro Morales
Sonia Y. López
Julián D. Correa
Nicolás Raigoza
Nelson Porras

Brasil
Luiz E. Oliveira
Andrea Latgé

Chile
Mónica Pacheco
Zdenka Barticevic

Correo electrónico:
cduque@fisica.udea.edu.co

En Colombia se desarrollan algunos proyectos de investigación en el campo de la Nanotecnología, que buscan estar en la frontera del conocimiento y participar activamente en la revolución científica y técnica.

Esta investigación detalla efectos de las presiones hidrostáticas sobre las propiedades ópticas y electrónicas en heteroestructuras semiconductoras de baja dimensionalidad, tales como superredes, pozos, hilos y puntos cuánticos. Los estudios se llevaron a cabo en la aproximación de masa efectiva, empleando técnicas variacionales, formalismos de dimensión fraccionaria y expansiones de las funciones de onda con bases ortonormales adecuadas para los problemas en consideración.

El proyecto hace un significativo aporte teórico al desarrollo actual y futuro de la Nanotecnología, en el campo de la Física del Estado Sólido, área científica que debe fortalecerse y potenciarse en el país para desarrollar las capacidades de aplicación y de hallazgo de soluciones a diversos problemas de la producción y la economía.

Además, contribuye a interpretar una amplia gama de propiedades asociadas con portadores confinados —electrones y huecos— en sistemas de baja dimensionalidad de GaAs-(Ga,Al)As y GaAs-InAs, bajo los efectos de campos electromagnéticos estacionarios y presión hidrostática.

De esta manera, la investigación aporta a la solución de problemas teóricos de diseño y construcción de sistemas optoelectrónicos, mediante cálculos numéricos y simulaciones computacionales.

Específicamente, en su desarrollo se hicieron estudios bibliográficos detallados usando fuentes de información en Colombia y el exterior; se realizaron cálculos teóricos de los problemas abordados; se construyeron los códigos fuente; se obtuvieron los resultados, que fueron discutidos a la luz de las teorías conocidas, y se hicieron comparaciones con trabajos experimentales reportados en la literatura.

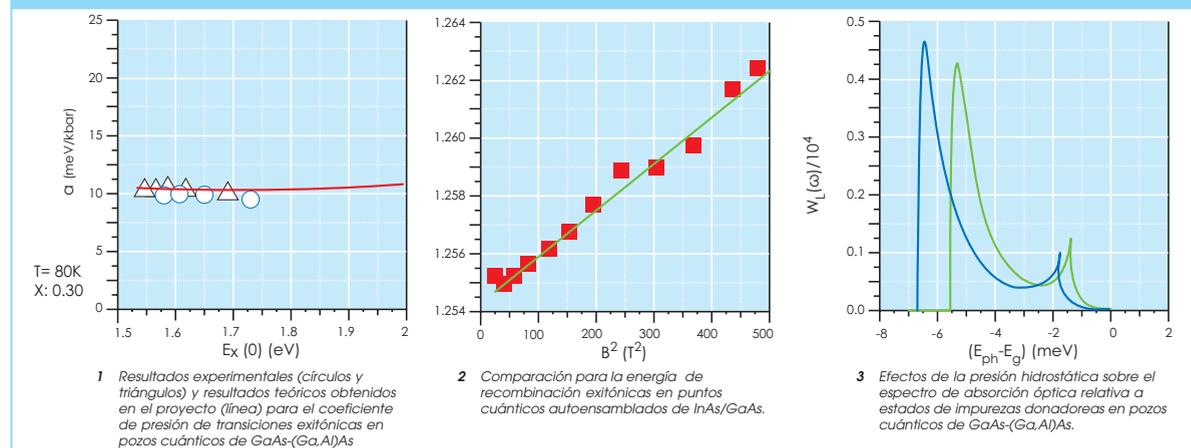
Difusión de los resultados

Los resultados del proyecto se publicaron en 11 artículos en revistas internacionales indexadas y 5 en revistas nacionales de alto nivel científico. Otros artículos están en proceso de publicación o de evaluación por pares nacionales e internacionales. También, se presentaron 10 trabajos en 5 eventos internacionales y 5 en un evento nacional.

A la vez, se plantearon tres proyectos de intercambio para extender la financiación del proyecto inicial, con Chile y México —aprobados—, y Brasil —en evaluación—; se adelantaron pasantías en Colombia y Chile en el marco del proyecto y de



Gráficos 1-3 Comparación entre resultados teóricos y experimentales



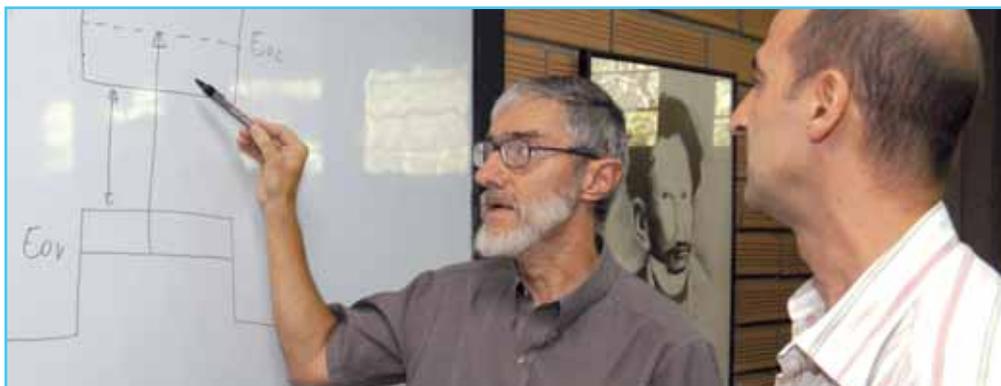


Foto 1 Análisis de la forma como ocurren los diferentes procesos ópticos en los sistemas semiconductores de baja dimensionalidad.

los proyectos surgidos como apoyo al mismo. Y se formaron 3 jóvenes investigadores: 1 en pregrado, 1 en Maestría y 1 en Doctorado.

Redes internacionales de trabajo con grupos de investigación universitarios

Este proyecto permitió establecer mecanismos de colaboración entre las instituciones participantes —redes de trabajo científico con grupos de investigación en las universidades de Campinas y Federal Fluminense en Brasil, Federico Santa María en Chile, y la Autónoma de Estado de Morelos en México— en beneficio directo de los investigadores y estudiantes de postgrado y pregrado y, al mismo tiempo, fortaleció los grupos de investigación de Estado Sólido de las universidades de Antioquia y el Valle, en Colombia.

La consolidación del Grupo de ‘Materia Condensada’ de la U. de Antioquia beneficia a otros grupos de investigación en el área de Física del Estado Sólido, a las demás universidades colombianas y, en general, a la sociedad hacia la cual se pueda irradiar el conocimiento adquirido.

Los resultados teóricos obtenidos por el Grupo de Investigación del proyecto han permitido entender interesantes fenómenos que se presentan en estos sistemas, e interpretar resultados experimentales reportados en la literatura.

Esto implica un significativo aporte teórico al desarrollo actual y futuro de la Nanotecnología, como una rama del conocimiento emergente en esta primera parte del Siglo XXI.

Al establecer colaboración con centros de investigación de otros países, se ha reforzado el área de Materia Condensada en las universidades colombianas, facilitando que los alumnos tengan contacto con especialistas de otros grupos de investigación, y ampliando sus opciones de una excelente formación.

El avance de esta línea de investigación en Colombia permitirá desarrollar capacidades de aplicación y hallazgo de soluciones a problemas de la producción tecnológica y de impacto sobre la economía.

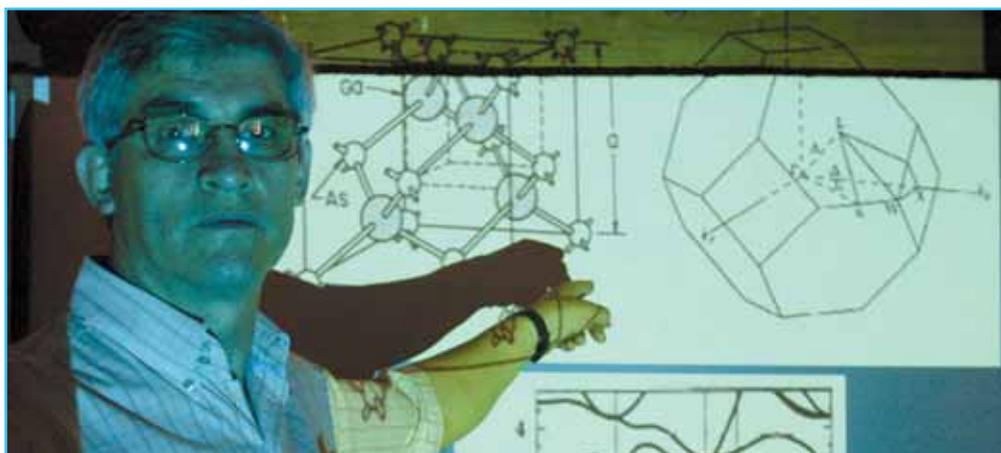


Foto 2 Presentación ante la comunidad académica de los principales resultados obtenidos en el marco del proyecto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. LÓPEZ, S.Y., PORRAS-MONTENEGRO N. and DUQUE C. A. *Semicond. Sci. Technol.* 18 (7), 718-722 (2003).
2. RAIGOZA, N., MORALES, A.L., MONTES, A., PORRAS-MONTENEGRO, N. and DUQUE C.A. (2004) *Phys. Rev. B* 69 (4), 045323 (1-8).
3. CORREA, J.D., PORRAS-MONTENEGRO, N. and DUQUE C.A. (2004) *Phys. Stat. Sol. (b)* 241 (10), 2440-2443.
4. DUQUE, C.A., BARTICEVIC, Z., PACHECO, M. and OLIVEIRA, L.E. (2004) *Phys. Stat. Sol. (b)* 241 (10), 2434-2439.

El método estocástico de aproximaciones externas

Para minimización de los costos de control de contaminación del aire

Colombia debe fortalecer su capacidad de gestión investigación en Ciencias Básicas y, especialmente, en Matemáticas, como condición para desarrollar, adaptar y apropiar tecnologías y aplicarlas a la solución de diferentes problemas y necesidades sociales y ambientales, así como a la producción de nuevos bienes y servicios. En esa dirección, y con base en el desarrollo de un modelo matemático, el presente proyecto de investigación contribuye a minimizar los costos de control de contaminación del aire.

Entidades responsables:
U. Autónoma de Bucaramanga,
Grupo Ciencias Aplicadas,
Laboratorio de Cómputo
Especializado,
U. Industrial de Santander /UIS,
Grupo Simulación y Control.
Bucaramanga

Investigadora principal:
Alina Fedossova

Co-investigadores:
Viatcheslav Kafarov
Leonardo Acevedo

Correo electrónico:
afedosova@unab.edu.co

El modelo matemático desarrollado en la investigación pretende resolver el problema de control de la contaminación ambiental en una área bidimensional, con varias fuentes de contaminación controladas. Su objetivo es anunciar a esas fuentes —plantas, fábricas o empresas— cuánto deben reducir de contaminante y cuáles son los costos mínimos que esto implica. La optimización se lleva a cabo teniendo en cuenta las limitaciones de nivel de contaminación del aire en cada punto de área de control.

Este es un problema de optimización sobre un conjunto infinito de restricciones y para solucionarlo se ha desarrollado el 'Algoritmo Estocástico de Aproximaciones Externas' y el software correspondiente. También, se realizó la demostración teórica de la convergencia del algoritmo propuesto, aplicable en cualquier área de dos dimensiones.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los reportados por otros investigadores de otros países que aplicaron herramientas diferentes, como por ejemplo el método de discretización —cuya desventaja principal es la elección a priori de los puntos de máxima contaminación—.

Este procedimiento es contrario al método utilizado en esta investigación, consistente en buscarlos de forma activa, utilizando las estrategias estocásticas y *multistart*.

El costo de contaminación del aire, un problema de optimización semi-infinita

Son problemas de programación matemática sobre un conjunto infinito de restricciones. Actualmente, en el mercado se ofrecen varios programas para solucionar problemas clásicos de optimización finita, pero los problemas de programación semi-infinita son muy complicados y el software que existe no es eficiente para resolverlos.

De los resultados del presente proyecto se destacan aspectos tales como la elaboración del modelo matemático del problema de minimización de los costos de contaminación del aire como un problema de optimización semi-infinita; el desarrollo de algoritmos estocásticos de aproximaciones externas y del software correspondiente para la solución del problema de control de la contaminación del



Foto 1 Bucaramanga. El algoritmo desarrollado se aplicará para controlar uno de los contaminantes en su área metropolitana.

Distribución de la contaminación.

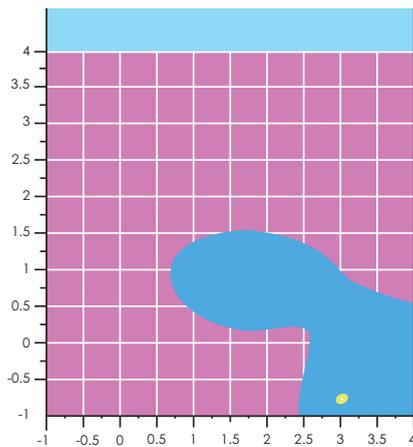


Gráfico 1 La curva muestra que en el punto óptimo (0,0,0.2752) se cumplen las normas propuestas de la calidad del aire. El color morado indica el área donde según los resultados se presenta menos contaminación, el color celeste significa mayor presencia de contaminación y los puntos de color amarillo y blanco, los niveles más altos de contaminación, aunque en el punto óptimo todas las restricciones se cumplen ($g(x,s)$ menor o igual a cero para cualquier punto del área de control $(-1,4) \times (-1,4)$). Fuente: Documentos del Proyecto.

aire; la realización de los experimentos numéricos y la demostración de la convergencia del algoritmo.

El software desarrollado en el proyecto —en el nivel más rápido y complejo que caracteriza a los mejores programas— responde a la necesidad de la industria de mantener la generación de contaminantes en el rango especificado. El algoritmo se desarrolló en Visual C++ 6, utilizando las librerías NAG C Library en cada iteración para resolver los problemas aproximados.

En el proyecto participaron investigadores de las universidades Autónoma de Bucaramanga /UNAB, e Industrial de Santander / UIS, incluyendo estudiantes de maestría y pregrado —3 jóvenes investigadores que se formaron en el área de investigación de operaciones—.

En el nivel de institucionalización de los procesos de investigación, se avanzó en la creación de un grupo de análisis en el tema de optimización de control de contaminación del aire, y se estableció un pro-

grama de cooperación, mediante la conformación de una red internacional de trabajo con expertos en el área de optimización semi-infinita, provenientes de Alemania, Brasil, Rusia y México. También, se logró el desarrollo de programas de Maestría en la UNAB y en la UIS en el campo de las ciencias computacionales y la protección del medio ambiente.

En los aspectos de difusión del conocimiento y resultados alcanzados, se realizaron 7 presentaciones científicas en eventos de carácter internacional, 3 presentaciones en eventos de carácter nacional y diversas publicaciones -2 nacionales-. En el momento, 2 artículos están en evaluación para ser difundidos en publicaciones internacionales.

Herramientas para control de la contaminación aérea

Los beneficiarios directos del proyecto están localizados en las universidades, centros de investigación e instituciones que

realizan investigaciones en Ciencias del Medio Ambiente y Ciencias Básicas. Los resultados de la investigación, también, son de interés para las instituciones estatales y privadas relacionadas con el desarrollo de las herramientas para control de la contaminación aérea.

Dados los resultados obtenidos y como continuación de la presente investigación, se propone realizar un proyecto similar, pero, controlando un área de tres dimensiones que puede ser útil para Colombia, dada su topografía de país montañoso. Además, al continuarse con esta línea de investigación, se obtienen otros resultados como es el fortalecimiento de la capacidad científica del grupo de investigación, en particular, de la investigación en Matemáticas.

Imagen tridimensional de la distribución de la contaminación.

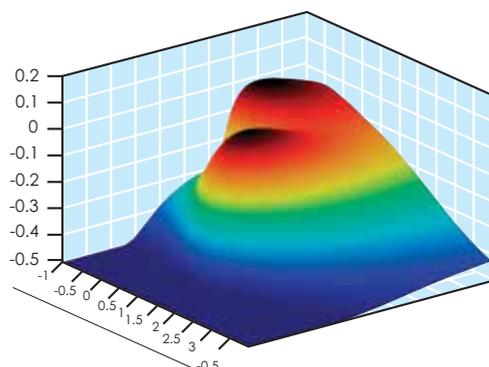
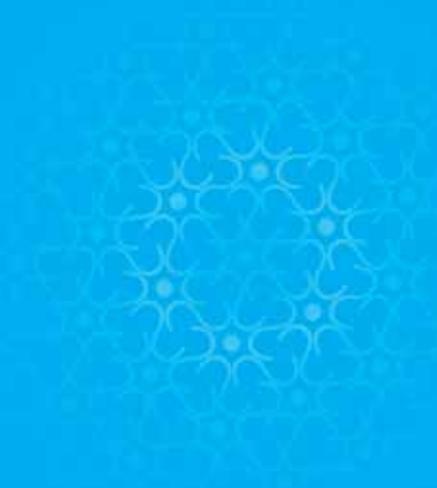


Gráfico 2 La imagen muestra el nivel de contaminación -eje vertical- para todos los puntos de área de control $(-1,4) \times (-1,4)$. Se puede ver que todas las normas propuestas -restricciones del problema- se cumplen. El eje vertical muestra que ningún punto está más arriba del nivel cero, lo que significa que $g(x,s)$ menor o igual a cero. El color rojo presenta los puntos donde los registros de contaminación muestran niveles más elevados. Fuente: Documentos del Proyecto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. FEDOSSOVA, A. and KAFAROV, V. (2002) Mathematical Modeling for cost minimization of air pollution control in mining industry, Memorias de 6th Conference on Environment and Mineral Processing en Ostrava (Republica Checa). Part II, páginas 393-398. (ISBN 80-248-0072-1).
2. FEDOSSOVA, A. and KAFAROV, V. (2002) Nuevo método matemático para control de contaminación de aire. Memorias de V Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (pág. 557-561), Bucaramanga. (ISBN 958-8187-10-9).
3. FEDOSSOVA, A., KAFAROV, V. y MAHECHA, D.P. (2003) "Modelo matemático para minimización de los costos de control de contaminación del aire por industria minera". Ponencia en el VI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Carbón, Medellín. ISBN 958-696-336-5.
4. FEDOSSOVA, A., KAFAROV, V. y MAHECHA, D.P. (2003) Solución numérica del problema de control de contaminación del aire. Revista Colombiana de Computación. Vol. 4 No. 2. ISSN 1657-2831.



Evaluación ecológica, tecnológica y económica de las pesquerías del Mar Caribe de Colombia	pág.	70
Sistema de monitoreo para los ambientes arrecifales en Colombia y evaluación de agentes de mortalidad coralina	pág.	72
Red de Vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia	pág.	74
Compuestos de origen marino de interés químico, quimiotaxonómico y farmacológico	pág.	76
Desarrollo del paquete tecnológico para el cultivo de pargo Cebal (Piscis: <i>Lutjanus analis</i>) y el pargo Lunarejo (<i>Lutjanus guttatus</i>)	pág.	78
Infección por el virus de la Mancha Blanca en el cultivo del <i>Penaeus vannamei</i>	pág.	80

Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar

La globalización de los mercados y la revolución de las industrias con base en la biodiversidad –revolución verde–, ha llevado a Colombia a asumir el reto de reconocer y potenciar las ventajas comparativas que posee en sus 928.000 Km2 de áreas costeras y espacios oceánicos en el Pacífico y el Atlántico.

Doris Yaneth Rodríguez

La necesidad de valorar y conservar los 2.860 Km2 de áreas arrecifales y la alta biodiversidad sociocultural que exhiben nuestras costas, han llevado a COLCIENCIAS a invertir más de \$3.700 millones en proyectos de investigación para la caracterización y el inventario de nuestra biodiversidad marina.

Esta inversión ha brindado al país la oportunidad de contar con productos tan importantes como los “libros rojos”, el sistema de información de biodiversidad marina, el Museo de Historia Natural Marina, así como con la cartografía temática de áreas coralinas y praderas de fanerógamas en el Caribe colombiano, entre otros.

COLCIENCIAS, en reconocimiento a las posibilidades de Colombia para estar entre los países bioprospectores marinos del mundo, gracias a la extraordinaria riqueza de especies, recursos genéticos y sustancias bioquímicas que poseen sus mares, ha invertido cerca de \$900 millones en investigaciones de productos naturales marinos, logrando a la fecha identificar y aislar más de 600 sustancias bioactivas, con un 70% de potencial uso farmacológico como antivirales y antitumorales, como herramientas de laboratorio, alimentos, cosméticos y otras biotecnologías.

La explotación sostenible y responsable de los recursos pesqueros y la búsqueda de alternativas para el suministro de alimento en la acuicultura marina, han sido los temas prioritarios de los últimos 15 años para COLCIENCIAS.

Luego de financiar \$1.500 millones y de más de 11 años de investigación y evaluación pesquera a nivel industrial y artesanal en el Caribe y Pacífico colombiano, hoy en día se muestran innovaciones tecnológicas en materiales y diseño de aparejos de pesca y dispositivos para reducir la captura incidental, con beneficios no solo económicos, debidos a la reducción en el consumo de combustible sino, también, para la conservación y restauración de las poblaciones de peces.

COLCIENCIAS presenta los siguientes logros y avances de CENIACUA, del Grupo de Evaluación y Ecología Pesquera de la U. del Magdalena, el Sistema Nacional de Monitoreo de los Arrecifes coralinos de Colombia / SIMAC, la Red de Calidad Ambiental Marina / REDCAM, del Grupo de Productos Naturales de la U. Nacional de Bogotá, y de los grupos de sanidad y mejoramiento genético del Camarón.

Evaluación biológico-pesquera, ecológica y económica e innovación tecnológica

Las pesquerías del Mar Caribe de Colombia

La importancia económica del recurso pesquero del Mar Caribe colombiano, su disponibilidad relativamente limitada, el alto número de pescadores artesanales que los explotan y la necesidad de desarrollar la pesquería industrial, ambiental y biofísicamente sostenible a largo plazo, entre otros factores críticos, justifican la gran tarea de investigación que gradualmente ha abordado el país: el conocimiento científico de sus recursos pesqueros, para formular y aplicar estrategias de manejo y desarrollo sostenible de las pesquerías.

A partir del conocimiento acumulado y disponible hasta la fecha sobre los recursos pesqueros del ecosistema de surgencia del área norte del Caribe colombiano, y aplicando técnicas conceptuales globalizadoras —ECOPATH, SIG, series de tiempo, bases relacionales—, el "Grupo Evaluación y Ecología Pesquera" /GIEEP, logró optimizar la utilidad de la información y ponerla al alcance de un mayor número de personas entre usuarios, investigadores y tomadores de decisiones.

Mediante la modelación se pudo valorar el estado de los recursos explotados y predecir el impacto ecosistémico de posibles cambios en las pesquerías por efecto de la disminución en la pesca incidental y el descarte de la pesca de arrastre camarero.

El GIEEP fue integrado en 1994, con auspicio del Programa de Pesca de la Unión Europea INPA-VECEP y adscrito en 2002 a la U. del Magdalena. Su trabajo fue pionero en el ámbito de la problemática mundial de manejo de recursos acuáticos vivos, al introducir enfoques ecosistémicos de búsqueda de estrategias de uso responsable de los recursos pesqueros del área norte del Caribe co-

lombiano, dando posiblemente el primer paso para estructurar la política de manejo integral de este recurso.

El conocimiento de nuestra biodiversidad marina

Los principales resultados de la investigación, que por más de 6 años ha sido cofinanciada por COLCIENCIAS, son la obtención de un mayor, novedoso y aplicable conocimiento de nuestra biodiversidad marina, y el desarrollo de innovaciones en las tecnologías de captura, que han permitido una actividad ecológicamente responsable y económicamente rentable. El Grupo realizó la evaluación más actualizada del potencial pesquero y de la distribución espacio-temporal de los recursos de peces demersales y pelágicos, lo que ha permitido al sector institucional regular la extracción de los mismos —cuotas de captura— y al sector productivo orientar algunos de sus planes de inversión.

También, desarrolló un sistema de estadísticas pesqueras —capturas, desembarques y esfuerzo pesquero— de amplia cobertura espacio-temporal,



Foto 1 Buque de investigaciones "Hermano Ginés" -Fundación La Salle-, usado para la evaluación de recursos de peces tipo sardina en el Mar Caribe de Colombia.



Foto 2 Embarcación de la flota arrastrera del tipo usado en la zona cercana a las Islas de San Bernardo, cuyo impacto en la fauna acompañante del camarón viene siendo evaluado por el GIEEP.

Libros:
Manjarrés, L. (Ed.). (2004) Estadísticas pesqueras artesanales de los departamentos del Magdalena y la Guajira, con aplicación de herramientas informáticas para su sistematización y procesamiento. 1ª ed. Bogotá: Gente Nueva, 72 p. ISBN 958-97437-1-4.

Manjarrés, L. (Ed.). (2004) Pesquerías demersales del área Norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. 1ª ed. Bogotá: Gente Nueva, 2004, 317 p. ISBN 958-824639-3

Premios y reconocimientos:
"Mención", Programa de Ingeniería Pesquera por aporte a la investigación, U. del Magdalena. "Mejor Trabajo", Seminario Nacional de Ciencias del Mar, Santa Marta. (2003)

Entidades participantes:
U. del Magdalena, U. Nacional de Colombia, Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario / INCODER. Líneas de Investigación: Evaluación de recursos aprovechables-Estructura y función-Modelación- Información-Biodiversidad- Transferencia de Tecnología.

Grupo de investigación:
Evaluación y Ecología Pesquera / GIEEP. Evaluación ecológica, tecnológica y económica de las pesquerías del Mar Caribe de Colombia.

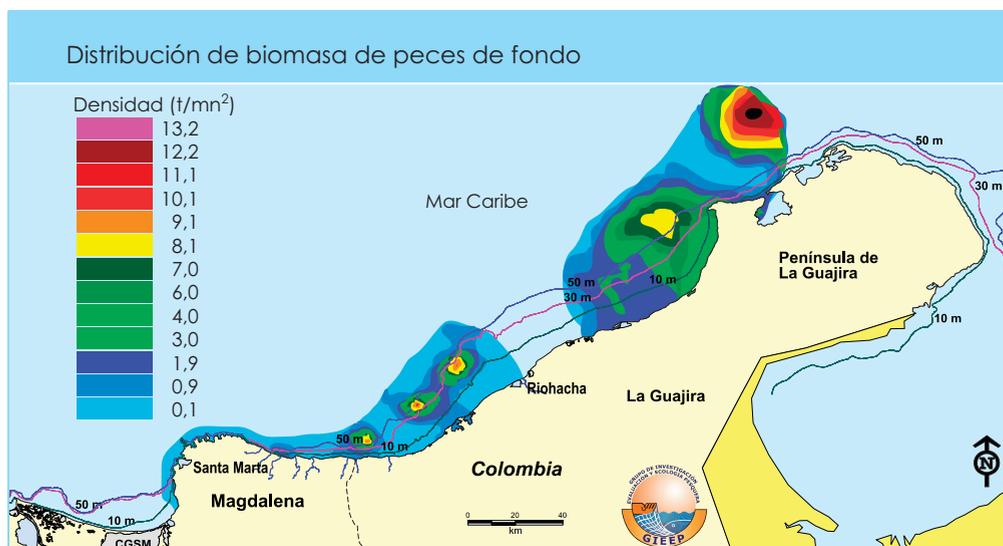
Investigador principal:
Luis M. Manjarrés Martínez.

Co-investigadores:
L. Duarte, C. García, H. Zúñiga, J. Alfamar, M. Ciales, J. Viaña, P. Gómez, F. Cuello, F. Escobar, E. Causado

Entidades participantes en alianzas estratégicas:
SENA, INCODER, UNAL, FAO, INVEMAR, Empresas pesqueras: DISTA LTDA., PESQUERA CONTINENTAL LTDA., PESCOBOCOL S.A., MARPESCA LTDA.

Organizaciones de pescadores artesanales:
(ALAPESCAR, SINDICATO DE PESCADORES DE SANTA MARTA, ASOPLAM.

Correo electrónico:
lipef.gieep@unimag.edu.co



Mapa 1 Aplicación de sistema de información geográfica (SIG), que ilustra la distribución de la densidad de biomasa de peces de fondo en el Mar Caribe de Colombia, registrada durante los diferentes cruces de evaluación de recursos pesqueros realizados en épocas de calma. Imagen digitalizada a partir de las cartas náuticas COL 040 (Bocas de Ceniza a Riohacha) y COL 041 (Riohacha a Punta Espada), publicadas por la Dirección General Marítima de Colombia. Fuente: Documentos de los Proyectos.

una estrategia de muestreo para su monitoreo, un software para su análisis estadístico /PICEP, y la evaluación ecológica y poblacional del pargo *Lutjanidae*, el recurso de mayor importancia comercial en el área, para proponer medidas de manejo de volúmenes de sus principales especies.

El Grupo elaboró el primer Atlas Pesquero Nacional, que reúne la información biológico-pesquera de los recursos explotados en el área norte del Caribe colombiano; un Sistema de Información sobre Evaluación y Ecología Pesquera /SIEEP, que facilita al usuario el acceso mediante interfaces gráficas a la información compilada sobre el ecosistema de afloramiento del área mencionada, y un Sistema de Información geográfica /SIG con datos pesqueros y oceanográficos registrados en los cruces, prospecciones y muestreos realizados en las últimas tres décadas.



Foto 3 Máquina cobralíneas hidráulica para el virado de cabos y artes de pesca.

En la tecnologías de captura, el Grupo ha tenido trayectoria y continuidad mediante acciones de diversificación de la actividad pesquera, a través de transferencias tecnológicas a pescadores de lanchas tipo ‘pargueras’ sobre el uso de equipos de ecodetección y localización de nuevos caladeros, y a las comunidades pesqueras artesanales y pesquerías industriales sobre innovación en artes y métodos de pesca. En el caso de las lanchas pargueras, se diseñó una máquina hidráulica cobralíneas que permite mecanizar operaciones como el cobrado de redes de cerco, lo que constituye una innovación tecnológica para esta flota y, como tal, se tramita su patente como modelo de utilidad.

Con el desarrollo del proyecto se consolidaron alianzas estratégicas con la industria –Dista Ltda., Pesquera Continental S.A.- e institucional –INCODER, SENA–, para evaluar e incorporar dispositivos reductores de fauna acompañante en las redes de arrastre camaroneras, con fines de protección de los recursos de peces demersales y de las comunidades de invertebrados, y para introducir tecnologías de captura más eficientes y de menor impacto ambiental.

Información estratégica y sistemática, un insumo básico para el desarrollo

Los resultados de la investigación han sido apropiados y utilizados por otros investigadores, grupos y centros de investigación, universidades, entidades públicas relacionadas con los recursos marinos y empresas e industrias interesadas en el aprovechamiento económico sostenible de tales recursos en Colombia.

De otra parte, se consolidó un equipo de trabajo interinstitucional alrededor del avance en el conocimiento de los recursos pesqueros del Mar Caribe. Ello ha redundado en la creación de un Laboratorio de Investigaciones Pesqueras Tropicales /LIPET, producto de la alianza U. del Magdalena - INCODER.

La labor desarrollada alrededor de este proyecto le ha merecido diferentes reconocimientos por los trabajos realizados, p.e., -Identificación de stocks de pargo rayado ‘*Lutjanus synagris*’ (Linnaeus, 1758) en el área norte del Caribe colombiano-, de P. Gómez C. D. J. Rodríguez C. y L. Manjarrés M., publicado en 2003.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- ARTEAGA, E., CRIALES, M.I., ALTAMAR, J. y MANJARRÉS, L. (2004) Distribution and abundance of fish larvae of the family *Lutjanidae* in the northeastern Colombian Caribbean during an annual cycle (2000-2001). *Ciencias Marinas*: 381-390.
- DUARTE, C., LUÍS, O. y GARCÍA, C. (2003) Trophic role of small pelagic fishes in a tropical upwelling ecosystem. *Ecological modelling* 172 (2004): 323 - 338.
- GÓMEZ, CANCHONG, P., MANJARRÉS, L., DUARTE, L.O. y ALTAMAR, J. (2004) Atlas Pesquero del área norte del Mar Caribe de Colombia. 1 ed. Bogotá: Gente Nueva, 229 p. ISBN 958-97437-2-2.
- MANJARRÉS, L., GARCÍA, C. y ACERO, A. (2001) Caracterización ecológica de las asociaciones de peces demersales del Caribe colombiano norte con énfasis en pargos (*Lutjanidae*). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, Colombia*, v. 30: 77-107.
- Aplicativos de sistemas de información:
DUARTE, L.O., ALTAMAR, J. y ESCOBAR, F. (2004) Sistema de Información Evaluación y Ecología Pesquera SIEEP. CD-ROM.
MANJARRÉS, L. (Ed.). (2004) CD-ROM de Bases de datos de las estadísticas pesqueras artesanales de los Departamentos del Magdalena y Guajira (1994-2001). Aplicaciones PICEP y ACCESS.

SIMAC

Monitoreo de los arrecifes coralinos

Los arrecifes de coral son uno de los ecosistemas más apreciados del planeta, por su alta productividad, elevada biodiversidad, capacidad de generar materiales calcáreos, gran belleza escénica y atractivo turístico. Sin embargo, el desarrollo acelerado de las sociedades y la `civilización moderna´ hacen peligrar la conservación de esos ambientes marinos, especialmente, en zonas costeras con alta densidad urbana donde se concentran estos arrecifes.

Entidades responsables:
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras / INVEMAR, Santa Marta
UAESPNN, CORALINA, CEINER, U. del Valle, U. de Antioquia, U. Nacional de Colombia, COLCIENCIAS, MAVDT, GCRMN, UNEP-RCU/CAR, CARICOMP, AIMS

Investigador principal:
Jaime Garzón Ferreira, INVEMAR,

Co-investigadores:
INVEMAR: Alberto Rodríguez, Juan M. Díaz, Diego Gil, María F. Gil, Jaime Rojas, Leonardo Arias, Sonia Bejarano, Raúl Navas y María C. Reyes;
CEINER: Carlos Bohórquez;
CORALINA: Ana M. González, Maio Chiquillo y Pilar Herrón;
U. del Valle: Fernando Zapata; U. de Antioquia: Jairo Zapata y Oscar Cauca; U. Nacional de Colombia: Sven Zea.

Correo electrónico:
jgarzon@invemar.org.co
betorod@invemar.org.co

La supervivencia de los corales formadores de arrecifes está amenazada por el cambio climático global, los sistemas de pesca inadecuados y los constantes incrementos en la sedimentación, turbidez y contenido de nutrientes disueltos en las aguas costeras, producto de la contaminación y la deforestación en el continente. El alarmante deterioro del ecosistema coralino incluye: Reducción significativa de la cobertura coralina viva, mortandades masivas de variados organismos arrecifales, proliferación de algas, recurrencia de enfermedades coralinas —incluyendo el blanqueamiento— y agotamiento de los recursos pesqueros.

En Colombia, la mayor parte de las áreas coralinas se encuentra en el Mar Caribe (2.846 km²), donde se han desarrollado arrecifes extensos y complejos, mientras que en el Pacífico las formaciones coralinas son escasas e incipientes (15 km²).

Sistema de monitoreo y evaluación de la salud ambiental y la dinámica de los arrecifes coralinos

El proyecto puso en marcha el `Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia /SIMAC´, para evaluar y monitorear en el largo plazo la salud ambiental y la dinámica de las áreas de arrecifes coralinos en nuestras 2 costas, com-

prender los factores que generan su deterioro y disponer de información actualizada para su manejo adecuado, uso sostenible y conservación.

Se definieron el protocolo de monitoreo —variables a medir y métodos—, las estrategias para montar y mantener operando el sistema en el largo plazo, y se establecieron estaciones piloto de monitoreo entre 1998-99 en San Andrés, Parque Tayrona e Islas del Rosario en el Caribe, e Isla Gorgona en el Pacífico. Además, se estudiaron los efectos de varios agentes naturales de deterioro en la salud coralina, incluyendo enfermedades, invasiones por algas y depredación por peces.

Monitoreos anuales y construcción de bases relacionales

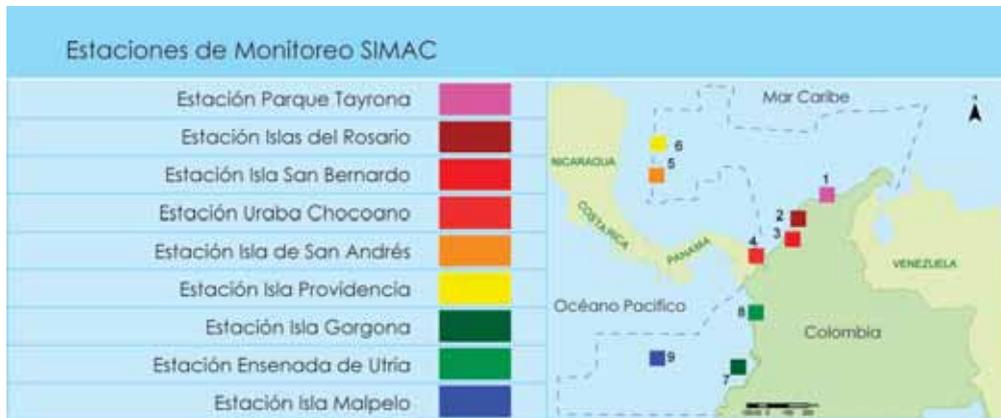
El SIMAC opera sin interrupción desde 1998, gracias a la coordinación de INVEMAR y a los recursos recibidos de COLCIENCIAS, FONAM-Minambiente, MAVDT, UNEP-CAR/RCU, CARICOMP y GCRMN, así como al apoyo de las entidades nacionales que se han comprometido mediante la firma de acuerdos —CORALINA, UAESPNN, U. del Valle y U. de Antioquia—. Ha evaluado estaciones adicionales en islas de San Bernardo y Providencia y en el Urabá chocoano en el Caribe, así como en Utría e Isla Malpelo en el Pacífico.



Foto 1 Las esponjas constituyen un grupo importante y llamativo de animales sésiles que habitan en los arrecifes de coral.



Foto 2 Ejemplo de enfermedad coralina: -banda amarilla- sobre *Montastraea faveolata*, en los arrecifes de Urabá.



Mapa 1 Áreas coralinas de Colombia con estaciones permanentes del SIMAC. Fuente: Documentos del Proyecto.

Cuenta con 63 parcelas permanentes de monitoreo en nueve áreas coralinas de Colombia, en las cuales anualmente se vigila la cobertura de corales y otros organismos bentónicos —algas, esponjas, etc.—, la densidad de gorgonáceos, la abundancia de invertebrados móviles importantes —langostas, pulpos, erizos, etc.—, la incidencia de enfermedades coralinas, la riqueza ictiológica y abundancia de peces importantes —pargos, meros, loros, etc.—.

Los datos se organizan en la base relacional —SIMAC— con almacenamiento y consulta vía Internet. La información ha sido analizada y divulgada a través de 27 publicaciones científicas, que incluyen dos libros, cinco informes anuales —2000-04— sobre el estado de los arrecifes en Colombia, 13 artículos internacionales, 25 ponencias en congresos y 18 eventos científicos internacionales en USA, Indonesia, Panamá, México, Filipinas y Japón. SIMAC cuenta hoy con una de las bases de datos más completas de América tropical sobre el ecosistema coralino.

La experiencia del SIMAC ha sido ejemplo para crear sistemas similares en Venezuela /SIMAV y Panamá /PCRMN y para organizar un nodo regional de la Red Glo-

bal de Monitoreo de Arrecifes Coralinos para el sector Sur de América Tropical / STAGCRMN, coordinada por INVEMAR desde su creación en 1999, que involucra cinco países —Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela y Brasil—.

También, ha sido importante para el sostenimiento de Colombia en la red cooperativa CARICOMP, la cual ha obtenido información comparativa por más de 11 años sobre la condición de los arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en más de 20 países del Gran Caribe.

La vida humana depende de la vida del mar

El sistema sirve a las poblaciones que dependen de los arrecifes coralinos para proteger sus costas, extraer recursos pesqueros y para el turismo, al incorporar la información generada a los planes para su uso sostenible y conservación.

La generación de conocimiento sobre los ecosistemas costeros es útil a la sociedad en su conjunto porque la vida humana depende, también, de la vida del mar.



Foto 3 El SIMAC evalúa regularmente las poblaciones de erizos, por su importancia ecológica en el control de las algas bentónicas del arrecife.



Foto 4 Isla de San Andrés. La barrera coralina protege la costa oriental contra la erosión al recibir el impacto del oleaje —franja blanca, espuma—.

El SIMAC sirve a las instituciones responsables del manejo y conservación de los arrecifes coralinos en Colombia, los organismos internacionales que recopilan información, realizan análisis de cobertura más amplia y proponen estrategias de conservación global, así como al sector académico y científico, que ha dispuesto de una base de datos única por más de 7 años.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. GARZÓN, J. and DÍAZ, J.M. (2000) Assessing and monitoring coral reef condition in Colombia during the last decade. En Done, T. y D. Lloyd (eds.): Information Management and Decision Support for Marine Biodiversity Protection and Human Welfare: Coral Reefs. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia: 51-58.
2. GARZÓN, J., RODRÍGUEZ, A., BEJARANO, S., NAVAS, R. y REYES, C. (2002) Estado de los arrecifes coralinos. En: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2001. INVEMAR, Santa Marta, Serie Publicaciones Periódicas 8: 29-40.
3. GARZÓN, J., CORTÉS, J., CROQUER, A., GUZMÁN, H., LEAO, Z. and RODRÍGUEZ, A. (2004) Southern tropical America: coral reef status and consolidation as GCRMN regional node. En Wilkinson, C. (ed.): Status of coral reefs of the world: 2004. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, Vol. 2: 509-522.
4. RODRÍGUEZ, A. y GARZÓN, J. (2003) Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la Bahía de Chengue (Caribe colombiano): 1993-1999. INVEMAR, Santa Marta, Serie Publicaciones Especiales 8: 170 p.
5. RODRÍGUEZ, A., REYES, M.C., NAVAS, R., BEJARANO, S., GARZÓN, J. and ZAPATA, F. (2005) Status of the coral reefs of Colombia in 2003. Proc. 10th Intern. Coral Reef Symp., Okinawa, Japón (en prensa).

Código 2105-09-02699 / 1999 - 2004

Red de Vigilancia REDCAM

Conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia

Premios:
Distinción Mono Hernández al mérito ambiental. (2002)

Libros y manuales:
Atlas de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (Serie Documentos Generales No. 17-1. INVEMAR)

Manual de Técnicas Analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos (ISBN: 958-977264-5-3)

Manual de Uso de la Escala Indicativa del Grado de Contaminación

Manual de funcionamiento del Sistema de Información de REDCAM (ISBN: 958-97301-9-1)

Entidad responsable:
INVEMAR
Santa Marta

Investigador principal:
Bienvenido Marín Z.
Coordinador del proyecto:
Jesús Garay T.

W. Troncoso, A. Vélez, M. Gómez, B. Cadavid, N. Calvano, J. Acosta, L. Vivas, G. Ramírez y J. Betancourt

Grupo de asesoría técnica:
INVEMAR
A. González, L. Arias, J. Bohórquez y R. Carrerá.

Grupo de asistentes:
INVEMAR
C. Henry, O. Aragón, J. Fernández y J. Sánchez.
Interventoría: D. Caicedo, Ministerio del Medio Ambiente

Colaboradores-entidades participantes:
CIOH: G. Tous, E. Betancourt y G. Mayo / CRA: L. Alean, J. García y V. Vacca / CORPOGUAJIRA: J. Pinto, M. Correa y J. Calderón / CORPAMAG: I. Acosta / CORALINA: P. Abdulszis y A. Amaya / CARDIQUE: I. Castro / CORPONARIÑO: M. Caviedes y J. López / CARSUCRE: T. Ruiz, J. Martínez y P. Barbosa / CVS: D. Montalvo, H. Rangel y N. Suárez / CODECHOCO: R. Castillo, N. González, B. Perea y C. Quiñones / CVC: L. Baena y L. Ríos / CORPOURABA: J. Morales, A. Acevedo y J. Vásquez / CRC: L. Prieto / IIAP: F. Quiñónez / DAMARENA-EPA-CARTAGENA: F. Castillo

Correos electrónicos:
faríasis@invemar.org.co
jgaray@invemar.org.co

La vigilancia de la calidad de las aguas y ecosistemas marinos y costeros de Colombia, ha sido tema de atención sistemática por INVEMAR desde 1996. Esta iniciativa se consolida en 2001, a través del proyecto *Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia /REDCAM*, un esfuerzo liderado por INVEMAR y apoyado por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial /MMAVDT, FONAM-BID con la activa participación de las 12 Corporaciones Autónomas Regionales Costeras, CIOH, IIAP y EPA-Cartagena.

El proyecto abarcó la zona marino-costera de las regiones Caribe y Pacífico, con el objetivo de conocer el estado de la calidad química y sanitaria de las aguas de dichas regiones, mediante la recopilación y procesamiento de información secundaria relativa a dicha problemática, y la realización de muestreos de campo con el consiguiente análisis de las variables indicadoras de la calidad de las aguas.

Como fundamento para estructurar la REDCAM, se creó y puso en marcha un Sistema de Gestión de Datos e Información que puede ser consultado vía Internet. Las entidades integrantes de la red aportaron información y realizaron salidas de campo, lo cual ha permitido disponer de información anual de todo el país sobre la calidad de las aguas marinas y costeras. A partir de esta información, se evalúa el estado de los cuerpos de aguas.

Colombia posee costas en los océanos Atlántico y Pacífico, característica que obliga al Estado a asumir una mayor responsabilidad y alcance en la

conservación, restauración y defensa de sus áreas marinas y costeras en las dos regiones.

La calidad de las aguas marinas

Las aguas costeras son un medio común para la vida y desarrollo de plantas y animales que conforman los diferentes ecosistemas. Por tal razón, el proyecto hizo énfasis en las fuentes responsables de la entrada de contaminación al mar -mediante arroyos, escorrentías y ríos, principalmente- y en los tipos de contaminantes que tributan.

Los contaminantes que se miden pueden afectar en diferentes grados de magnitud los recursos naturales y la salud humana.

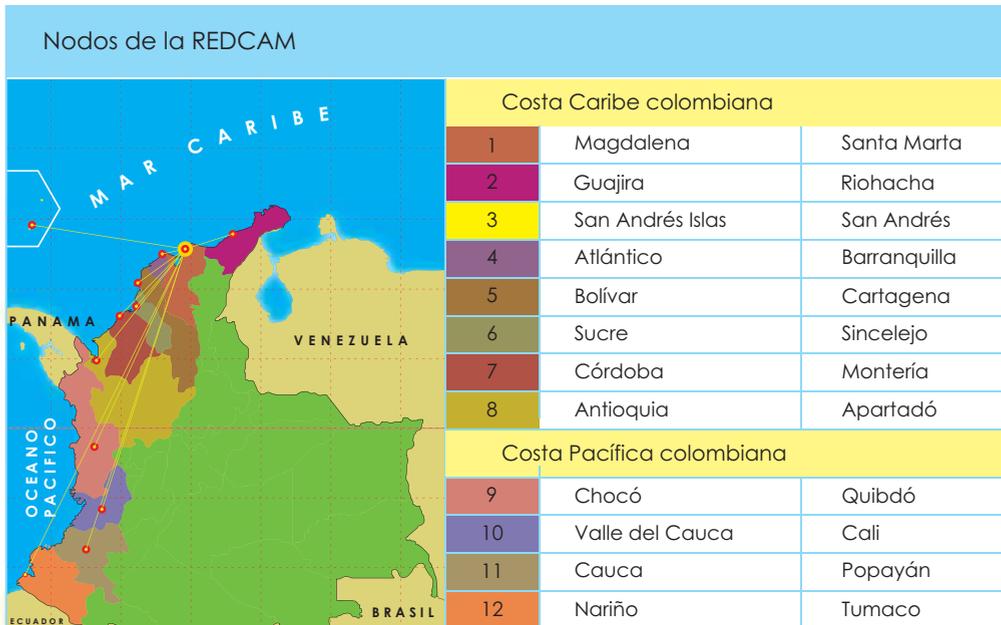
La REDCAM está conformada por 16 nodos distribuidos a lo largo de la zona costera de Colombia. 12 de ellos corresponden a las autoridades ambientales costeras, las "CAR" —3 son institutos de investigaciones y la autoridad ambiental Distrital—



Foto 1 Análisis de la cartografía sobre la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia en la base de datos. Grupo de la REDCAM-INVEMAR.



Foto 2 Toma de información in situ en la bahía de Santa Marta. Laboratorios de Química de INVEMAR.



Mapa 1 Departamentos costeros del Caribe y Pacífico, con la localización de las ciudades sedes de los 12 Nodos de la REDCAM. Fuente: Documentos del Proyecto.

conectados, mediante sistemas de cómputo y a través de Internet, a la estación central ubicada en la sede de INVEMAR en Santa Marta (ver Mapa).

La calidad química y sanitaria de las aguas de las zonas marinas y costeras

El proyecto diagnosticó la calidad química y sanitaria de las aguas marinas y costeras de Colombia, con referencia a la contaminación originada en fuentes terrestres, facilitó la instalación de los equipos de cómputo que conforman la REDCAM y, mediante el aporte de datos sobre la calidad de las aguas, sedimentos y organismos de la zona costera, ha fortalecido la capacidad científica del programa de Calidad Ambiental Marina /CAM del INVEMAR, de modo que se continúen los

estudios relativos a la calidad de las aguas marino-costeras del país y, en general, a las entidades especializadas en esa temática, para constituirse en la base del Sistema Nacional de Información /SINA.

Mediante la ‘Escala de valores indicativos’, se realizaron evaluaciones en el marco de dos investigaciones: La ‘Evaluación del contenido de metales pesados y microorganismos en comunidades de pobladores de la Ciénaga Grande de Santa Marta /CGSM’, financiada en parte con recursos de la agencia alemana GTZ; y el ‘Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras’, financiada con dineros del FONAM-BID. Los resultados de la REDCAM se enmarcan en el Programa de Acción Mundial para la Protección del medio Marino frente a las actividades realizadas en tierra /PAM, que es patrocinado por el PNUMA.

Por otra parte, el Ministerio de la Protección Social aplica el sistema de referencia para evaluar la calidad de las aguas marinas y los efectos potenciales sobre la salud humana.

Otras instituciones científicas aplican el sistema de referencia para evaluar la calidad de las aguas marinas, p.e., universidades y centros de investigación ambiental del medio marino.



Foto 3 Levantamiento de información de variables fisicoquímicas de la REDCAM. Programa de Calidad Ambiental Marina-INVEMAR.

Bases para evaluar y homologar los criterios en el control de la calidad de las aguas marinas de Colombia

La información de la REDCAM es usada por el MMAVDT —Ministerio encargado de dictar normas sobre la calidad de las aguas marinas—, entidad que aplica el sistema de referencia, para evaluar con iguales criterios la calidad de las aguas marinas de Colombia y que, gracias a la red, dispone de normas y documentos relativos a la concentración permisible de contaminantes químicos y sanitarios en el medio marino.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. ATLAS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DE COLOMBIA (Serie Documentos Generales No. 17-1. INVEMAR).
2. MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y CONTAMINANTES MARINOS: AGUAS, SEDIMENTOS Y ORGANISMOS (ISBN: 958-977264-5-3).
3. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE REDCAM (ISBN: 958-97301-9-1).

Compuestos de origen marino de interés químico, quimiotaxonómico y farmacológico

Comprende tres proyectos de investigación financiados por COLCIENCIAS: a) `Metabolitos de esponjas marinas de interés químico, quimiotaxonómico y farmacológico`, b) `Evaluación química del gorgonáceo *Pseudopterogorgia elisabethae* del Archipiélago de San Andrés y Providencia, para la producción de extractos orgánicos ricos en pseudopterosinas, potentes compuestos antiinflamatorios` y, c) `Algunos aspectos biológicos y químicos del proceso de bioerosión de las esponjas *Cliona tenuis* y *Cliona delitrix* sobre corales arrecifales`.

Entidad responsable:
U. Nacional de Colombia,
Departamento de Química
Bogotá, D.C.

Investigadora principal:
Carmenza Duque

Co-investigadores:
Sven Zea
Oscar Osorno
Leonardo Castellanos
Mónica Puyana
Edgar Bautista
Ahmed Salama
José De Silvestri

Mediante un esfuerzo interdisciplinario que integró a químicos, biólogos marinos, químicos farmacéuticos y físicos, se adelantó esta investigación sobre organismos de origen marino productores de compuestos novedosos, para el estudio de su estructura química y realización de diferentes ensayos para establecer su actividad biológica. Las investigaciones desarrolladas por el grupo se enfocaron en la bioprospección y recolección de organismos marinos como esponjas, corales blandos y estrellas de mar y la posterior extracción, aislamiento y potenciales aplicaciones de sus compuestos químicos e importancia quimiotaxonómica.

Se aislaron e identificaron 60 compuestos que no han sido reportados en la literatura científica

Este Grupo de Investigación ha sido pionero en estudios químicos de la biodiversidad marina colombiana, principalmente, de aquellos organismos que no han sido estudiados en otras partes del mundo. Sus investigaciones demostraron que los organismos de la costa Caribe colombiana son, efectivamente, fuente de compuestos novedosos y de interés farmacéutico e industrial en general.

Como resultado de estas investigaciones, se logró aislar e identificar aproximadamente 600 compuestos, de los cuales 60 no habían sido reportados anteriormente en la literatura científica (ver esquemas 1-3). Además, como existe un gran interés a nivel mundial en descubrir sustancias de origen natural con potencial antitumoral promisorio, con base en nuestros resultados es posible afirmar que el conocimiento generado en el proyecto puede tener implicaciones terapéuticas.

El grupo, además, ha realizado aportes valiosos en Ecología Química Marina, disciplina que estudia las funciones ecológicas y el significado evolutivo que tienen los compuestos químicos presentes en organismos marinos. El éxito evolutivo de numerosos organismos marinos entre los cuales se destacan las esponjas, ha sido atribuido al desarrollo de compuestos químicos que tienen funciones defensivas en su entorno natural como disuadir la depredación, competir por espacio con otros organismos, defender los gametos y las larvas o, bien, prevenir infecciones por microorganismos.

Las interacciones entre esponjas y otros organismos pueden variar en su grado de contacto y agresión. La esponja *Ircinia felix* produce ácidos

Correo electrónico:
cduqueb@unal.edu.co



Foto 1 *Didiscus oxeata* (esponja). Produce Sesquiterpenos con actividad antimicrobiana.



Foto 2 *Lytechinus variegatus* (erizo). Utilizado en bioensayos de actividad citotóxica.



Fotos 3-4 *Topsentia ophiraphidites* (esponja). Produce varios esteroides novedosos.
Dragmaxia undata (esponja). Produce terpenos con actividad antitumoral (citotóxica)

tipo tetrónico furanosesterterpénico (ATF), con propiedades antimicrobianas que la protegen de infecciones por microorganismos cuando esta sufre heridas, o bien, evitan la colonización de microorganismos oportunistas sobre su superficie. De otra parte, la esponja *Axynissa ambrosia* libera al medio sesquiterpenos derivados de formamida, especialmente, cuando aquella se encuentra bajo condiciones de estrés, lo cual permite suponer que estos compuestos forman una barrera química protectora contra el ataque de depredadores generalistas, competidores por espacio o microorganismos patógenos.

Otro proyecto de investigación estudió la caracterización de los compuestos responsables de la actividad alelopática de las esponjas caribeñas *Cliona tenuis* y *Cliona delitrix* sobre corales arrecifales. Estas esponjas, durante las 3 últimas décadas, han excavado, recubierto el sustrato calcáreo y monopolizado el sustrato de los arrecifes corallinos, constituyendo en la actualidad una amenaza para la salud de los corales pétreos del Caribe.

Los principales beneficiarios del conocimiento generado en los proyectos adelantados son los investigadores de grupos y centros de investigación de Colombia y otros países, dedicados a aislar e identificar compuestos novedosos con actividad biológica a partir de organismos marinos del Caribe colombiano y la región del gran Caribe.

Trayectoria y experiencia exitosa de más de 15 años de trabajo en la Química de Productos Naturales Marinos

La Química y Farmacognosia Marinas son campos de gran importancia en el descubrimiento de moléculas bioactivas líderes para el desarrollo de posibles aplicaciones industriales. El Grupo de Investigación, al generar nuevo conocimiento sobre las especies marinas colombianas, tiene liderazgo en esta área científica en América Latina, apoyado en su trayectoria y experiencia exitosa de más de 15 años de trabajo en un

área científica de gran interés, como la Química de Productos Naturales Marinos.

Con la realización de los proyectos, el grupo fortaleció sus vínculos con el Instituto de Tecnología de Tokio, Scripps Institution of Oceanography, la U. de la Coruña, Biomar S.A. y la Red Ribudesmar del Subprograma X del CYTED a la cual pertenece el grupo de investigación.

Estas articulaciones internacionales, además de actualizaciones periódicas y la realización de pasantías para la formación de estudiantes de postgrado, han permitido al grupo de investigación la transferencia de metodologías y tecnologías de avanzada que se emplean en los procesos de investigación en países desarrollados.

Algunos compuestos con estructura novedosa y con actividad biológica aislados de invertebrados marinos recolectados en el Caribe colombiano.

1. Sestiquerpeno antimicrobiano	2. Sestiquerpenos nitrogenados citotóxicos	3. Ambrosinosterol, epidioxiesterol citotóxico
<p>Aislado de la esponja <i>Didiscus oxeata</i>.</p>	<p>X= NH₂.HCl X= NC X= NHC HO</p> <p>Aislados de la esponja <i>Axynissa ambrosia</i>.</p>	<p>Aislado de la esponja <i>Axynissa ambrosia</i>.</p>

Esquemas 1-3 Estructuras de compuestos. Fuente: Documentos del Proyecto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. DUQUE, C., PUYANA, M., NARVÁEZ, G.I., OSORNO, O.E., HARA, N. y FUJIMOTO, Y. (2004). Pseudopterosins P-V, new compounds from the gorgonian octocoral *Pseudopterogorgia elisabethae* from Providencia island, Colombian Caribbean. *Tetrahedron*, 60(47): 10627-10635.
2. PETRICHICHEVA, N., DUQUE, C., DUEÑAS, A., ZEA, S., HARA, N. and FUJIMOTO, Y. (2002). New cytotoxic nitrogenous eudesmane type compounds isolated from the Caribbean sponge *Axynissa ambrosia*. *Journal of Natural Products*, 65: 851-855.
3. MARTÍNEZ, A., DUQUE, C., SATO, N. and FUJIMOTO, Y. (1997). (8Z,13Z,18R,20Z)-Strobilinin and (7Z,13Z,18R,20Z)-Felixinin: New furanosesterpene tetrionic acids from the marine sponges of the genus *Ircinia*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45: 181-184.

Pargos Cebal -*Piscis: Lutjanus analis*- y Lunarejo -*Lutjanus guttatus*-

Desarrollo del paquete tecnológico para el cultivo de peces

El deterioro ambiental y la sobrepesca afectan la tasa anual de capturas de productos pesqueros en el mundo. En Colombia se han registrado disminuciones del 58% y 23% en las capturas de la pesca continental y marítima, respectivamente, en los últimos 20 años. A la vez, la demanda y el consumo *per cápita* de productos de origen pesquero en el mundo continúa en aumento, hecho en el cual la acuicultura cumple un papel importante mediante el abastecimiento de peces y mariscos a los mercados locales e internacionales.

Entidad responsable:
CENIACUA, Punta Canoa
Línea de Investigación:
Reproducción en cautiverio,
Grupo de investigación:
Cultivo de Peces Marinos
Cartagena

Investigador principal:
Julián Botero Arango

Co-investigadores:
José Fernando Ospina
Fabio Castaño
Juan Felipe Sierra
Iván David Romero

Correo electrónico:
jbotero@incoder.gov.co

Desde mediados de los años 80, la acuicultura marina en Colombia se ha concentrado, exclusivamente, en el cultivo del camarón *Litopenaeus vannamei*, en los litorales Pacífico y Caribe, con un alto grado de desarrollo tecnológico e industrial.

Sin embargo, la fluctuación en los precios y las condiciones de mercado, y la aparición de enfermedades graves —en 1996 se presentó la enfermedad del “Síndrome de Taura” sobre el camarón de cultivo, cuya producción disminuyó en un 18%— golpean fuertemente a esta actividad económica. Esta situación motivó la idea de diversificar la acuicultura, para generar nuevas alternativas de producción que permitan el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad marina.

Los peces marinos han recibido especial atención en el mundo en los últimos 10 años por su potencial para la diversificación. Las especies demersales —pargos, corvinas, meros, etc.— representan un gran interés por su calidad, precio y demanda en los mercados. Con todo, el cultivo de estas especies se abastece, principalmente, con juveniles capturados en el medio natural, práctica que atenta contra la estabilidad de las especies y que no ofrece garantías económicas.

Como consecuencia del panorama anterior, CENIACUA, con el apoyo de COLCIENCIAS, emprendió el presente proyecto integrado por varias investigaciones, entre las que se cuentan la reproducción en cautiverio del pargo palmero *Lutjanus analis* y la evaluación del potencial de crecimiento y adaptabilidad a condiciones de cultivo de esta especie y del “mero guasa” *Epinephelus itajara*. Estas especies tienen altos precios y gran demanda en los mercados nacional y de exportación, y han sido señaladas en varias publicaciones como candidatas de primera importancia para ser investigadas para su cultivo y comercialización.

Con el objetivo de lograr el anterior propósito, el grupo de investigación diseñó y puso en marcha un sistema experimental para el mantenimiento, reproducción, alevinaje y crecimiento en cautiverio de las especies mencionadas, como una alternativa para diversificar la acuicultura marina.

Los experimentos de reproducción y cultivo de las especies se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de CENIACUA en Punta Canoa y las Islas del Rosario, en Bolívar, y en la Bahía de Cispatá, en Córdoba.



Foto 1 Oceanario, Islas del Rosario.



Foto 2 Ejemplares de pargo palmero recién cosechados.



Fotos 3-4 **Procedimientos de canulación.** Extracción de muestra de productos sexuales en un reproductor de pargo palmero. Cada ejemplar es medido y marcado para su respectivo control y seguimiento.

Nuevas posibilidades comerciales y de conservación de pargos

Con base en los experimentos de esta investigación se logró reproducir en cautiverio una especie CITES —el pargo palmero *Lutjanus analis*— y se generó conocimiento sobre el potencial de crecimiento y adaptabilidad a las condiciones de cultivo, tanto del pargo palmero como del mero guasa *Epinephelus itajara*. Así, el proyecto generó, con el cultivo de nuevas especies marinas de gran valor económico, ecológico y nutricional, nuevas posibilidades comerciales y de conservación.

El proyecto, también logró mantener reproductores de pargo palmero en cautiverio y el control artificial de su ciclo de maduración sexual; desarrollar tecnologías para obtener ovas, embriones y larvas del pargo palmero en condiciones de cautiverio controladas; obtener una supervivencia larval de hasta el 2% y los principales

índices de crecimiento del pargo palmero y del mero guasa en condiciones artificiales de cultivo. Estos logros son útiles también para su aplicación en la reproducción y cultivo de otros peces marinos tropicales.

Beneficios para empresarios vinculados a la acuicultura marina en el país

Los beneficiarios directos de los resultados de este proyecto son los empresarios de la acuicultura, en particular aquellos localizados cerca de Cartagena, así como cualquier otro empresario que se quiera vincular a la acuicultura marina en el país. Es oportuno mencionar que estos acuicultores han dado decidido apoyo al proyecto y participan activamente de las actividades que realiza CENIACUA como principal centro de desarrollo tecnológico especializado en la acuicultura marina nacional.

Este centro forma parte de la estrategia de ‘centros de desarrollo tecnológico’

del Sistema Nacional de Innovación de Colombia.

El grupo de investigación tiene una trayectoria de más de 6 años trabajando constantemente en el desarrollo y adecuación de laboratorios de reproducción y alevinaje para especies marinas, en la capacitación de personal y en la apertura de posibilidades de comercialización de la semilla.

Este proyecto dio continuidad a esfuerzos anteriores mediante los cuales se han logrado avances importantes en el montaje de la infraestructura apropiada, la captura y el mantenimiento de reproductores y el establecimiento de los parámetros ambientales para el acondicionamiento y maduración sexual de los reproductores en laboratorio.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. BOTERO, J. y OSPINA, J. F. (2003) Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier) en jaulas flotantes en Islas del Rosario, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, INVEMAR, Vol.31: 205-217.
2. BOTERO, J. y OSPINA, J. F. (2003) Crecimiento y desempeño general de juveniles silvestres de mero guasa *Epinephelus itajara* (Lichtenstein) mantenidos en jaulas flotantes bajo diferentes condiciones de cultivo. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, Vol.32: 25-36.
3. BOTERO, J. y CASTAÑO, F. (2004) Inducción de la madurez gonadal del pargo palmero *Lutjanus analis* (Pisces: Lutjanidae) mediante la aplicación de un fotoperíodo artificial de acondicionamiento. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, Vol.34 (en prensa).
4. CASTAÑO, F. y BOTERO, J. (2004) Monitoreo de los niveles de testosterona y estradiol en el plasma sanguíneo de hembras de pargo palmero *Lutjanus analis* mantenidas bajo dos termoperíodos de acondicionamiento diferentes. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, (en revisión).
5. ROMERO, D., CASTAÑO, F., BOTERO, J. y GALLEGU, F. (2004) Biopsias ováricas en reproductores de pargo palmero *Lutjanus analis*, (Cuvier, 1828) mantenidos en cautiverio. *Revista Científica UDCA, Actualidad y Divulgación Científica*, Año 7 No. 1: 109-116.



Fotos 5-6 Larvas de pargo palmero listas para empezar a comer alimento vivo.

El cultivo del *Penaeus vannamei*

Infección por el virus de la Mancha Blanca

La industria camaronera colombiana —en especial, las empresas localizadas en la Costa Caribe— ha mejorado su productividad y su participación en el mercado de las exportaciones de camarón, pero en la última década ha afrontado problemas que frenan su desarrollo, como son las enfermedades atípicas del ‘Síndrome de Taura’ y el ‘Virus de la Mancha Blanca’.

Entidad responsable:
CENIACUA, Punta Canoa,
Cartagena

Investigadoras principales:
Marcela Salazar
Clarissa Granja

Para fortuna de esta industria y de la economía del país, ambos desafíos han sido resueltos a través de la generación y aplicación de conocimiento científico antes inexistente en Colombia y en el mundo. Es interesante revisar el mecanismo empleado para lograr la superación de las 2 enfermedades referidas.

En Junio de 1995, por iniciativa de COLCIENCIAS, se creó el Sistema Nacional de Innovación /SNI, con el propósito básico de centrar las estrategias competitivas de los sectores productivos de Colombia en la innovación y el desarrollo tecnológico. Se inició, así, uno de los procesos más interesantes de los últimos años en el país, que ha permitido la creación de los centros de desarrollo tecnológico, las incubadoras de empresas de base tecnológica y los centros regionales de productividad.

Entre los instrumentos financieros establecidos por el SNI, se destaca la cofinanciación de proyectos conjuntos de investigación y desarrollo tecnológico entre los empresarios y los centros de desarrollo tecnológico.

La aparición del ‘Síndrome de Taura’ aceleró la necesidad de crear un centro especializado para atender las necesidades de la industria camaronera y, con el apoyo de COLCIENCIAS, ACUANAL, PROEXPORT y de los mismos empresarios, se creó el

Centro de Desarrollo Tecnológico /CENIACUA, con sede operativa en Cartagena.

CENIACUA ha apoyado el resurgimiento y consolidación de la industria camaronera a través de investigación científica y desarrollo tecnológico.

En este contexto, se inscribe la ejecución de este proyecto sobre ‘Infección por el virus de la Mancha Blanca en el cultivo del *Penaeus vannamei*’, orientado al estudio de los mecanismos de respuesta antiviral del camarón *Penaeus vannamei* y a la optimización de los métodos de diagnóstico en su patología, siguiendo la línea establecida de generar conocimiento en apoyo a los retos que presenta la industria camaronera.

Control de la infección mediante hipertermia

Con la ejecución del proyecto se lograron 4 principales resultados: Identificar el control de la infección por el virus de la Mancha Blanca (WSSV), mediante el incremento de la temperatura en las piscinas de cultivo; determinar el efecto de la hipertermia sobre el mecanismo de apoptosis —muerte celular programada— de las células del camarón; identificar la disminución en el número de copias

Correo electrónico:
msvallej@cable.net.co



Fotos 1-2 Los resultados de estas investigaciones llevaron a que los productores de camarón de Colombia dispusieran de mejores herramientas para el manejo de la infección por el virus de la Mancha Blanca.





Foto 3 Panorámica aérea del Laboratorio de CENIACUA. Punta Canoa - Bolívar.

de virus circulantes en camarones infectados con el virus mantenidos en hipertermia; y, desarrollar y poner en marcha el Programa Sectorial de Desarrollo Tecnológico y Científico para la Protección a Nuevas Enfermedades del Camarón Marino *Litopenaeus vannamei*, variedad Colombia.

Este programa incluye el aseguramiento del material genético, el desarrollo de dietas bioseguras, la evaluación de los mecanismos de tolerancia al WSSV, y el desarrollo de sistemas de control sanitario.

Beneficios para los empresarios camaroneros de Colombia y otros países

Los beneficiarios directos del conocimiento generado en este proyecto han sido, inicialmente y de manera directa, los empresarios camaroneros de la Costa Caribe y, en general, los del resto de Colombia y de otros países, como es el caso de la industria camaronera de Ecuador, también beneficiados con los hallazgos de CENIACUA.

Los resultados de estas investigaciones llevaron a que los productores de Camarón de Colombia contaran con herramientas apropiadas de manejo para la infección con el virus de la Mancha Blanca, agente causante de grandes pérdidas económicas en el sector acuicultor.

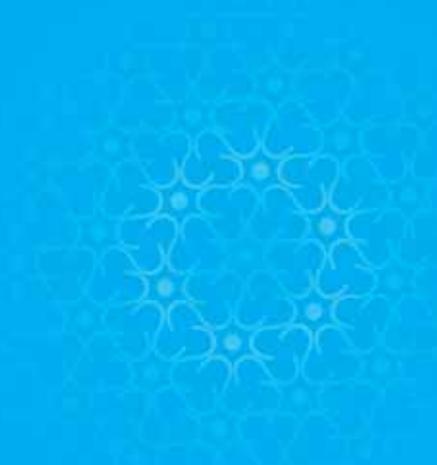
De esta manera, CENIACUA ha respondido a problemas y necesidades de la industria camaronera haciendo uso de sus capacidades científicas y tecnológicas y generando conocimiento útil y pertinente con el entorno económico.



Fotos 4-5 El camarón marino *Penaeus vannamei* es un nuevo tipo de camarón desarrollado en Colombia, el cual constituye hoy un producto de exportación de alta calidad.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. VIDAL, O. M., GRANJA, C.B., ARANGUREN, L.F., BROCK J.A. and SALAZAR, M. (2001) A profound effect of hyperthermia upon the survival of *L. vannamei* juveniles infected with the WSSV. *Journal of the World Aquaculture Society*. 32: 364-372.
2. GRANJA, C.B., ARANGUREN, L.F., VIDAL, O.M., ARAGÓN, L. and SALAZAR, M. (2003) Does hyperthermia increase apoptosis in white spot syndrome virus (WSSV) infected *L. vannamei*? *Diseases Aquatic Organisms* 54: 73-78.
3. GRANJA, C.B., VIDAL, O.M., PARRA, G. and SALAZAR, M. Hyperthermia reduces viral load of White Spot Syndrome Virus in *Penaeus vannamei*. *Enviado a Diseases Aquatic Organisms*.



Proyectos sobre lenguas aborígenes. `Lingüística Aborígen III etapa`, Conceptualización y elaboración de una base de datos del CCELA	pág.	84
Análisis sociojurídico de la Administración de Justicia	pág.	86
Características de las familias y escuelas relacionadas con los comportamientos agresivos y prosociales en niños y niñas de 3-11 años	pág.	88
Procesos regionales de violencia y configuración del Estado 1998-2000. Evolución reciente de los actores de la guerra en Colombia. Cambios en la naturaleza del conflicto armado y sus implicaciones para el Estado	pág.	90
Representaciones colectivas en la formación de ciudadanía. Zonas Nororiental y Noroccidental de Medellín	pág.	92
Organización social, dinámicas culturales e identidades de las poblaciones afrocolombianas del Pacífico y Suroccidente de un contexto en movilidad y urbanización	pág.	94
Elaboración del sentido de la realidad en niños de 4 a 7 años de sectores con desventaja socioeconómica en la Costa Atlántica	pág.	96

Programa Nacional de Ciencias Sociales y Humanas

LA DIVERSIDAD ÉTNICA Y CULTURAL FACTOR DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL Y DESARROLLO HUMANO.

La sociedad colombiana ha vivido en los últimos tiempos profundos cambios por la urbanización creciente, los procesos de descentralización y ordenamiento del territorio, el reconocimiento de la diversidad étnica y cultural, así como los esfuerzos persistentes por el logro de una paz perdurable que permita dejar como cosa del pasado los largos años de conflicto y los efectos de la cultura del narcotráfico.

Juan José Plata Caviedes

De igual modo, han cambiado los retos de la inserción internacional, así como los retos internos de ampliar el ejercicio de la democracia y la participación ciudadana, la construcción de ciudades amables y la necesidad de erradicar la pobreza y cumplir con las metas del Milenio.

Los aportes de la investigación social son primordiales para estos propósitos. El proyecto de nación en construcción permanente requiere de los aportes de la comunidad de investigadores sociales tanto por las tecnologías sociales como por los conocimientos sobre nuestro devenir social, la identidad de la nación, sus regiones y grupos sociales.

La diversidad étnica, cultural y regional es un factor básico de la apuesta por un desarrollo humano sustentable. Estamos frente a la urgente necesidad de lograr las transformaciones productivas y sociales que nos permitan llegar a ser una sociedad y una economía del conocimiento.

Poseemos nuestra riqueza lingüística, cerca de 66 lenguas nativas, así como diversas expresiones del español. Cada lengua es un mundo, cada lengua es un

pueblo. Nuestra diversidad étnica y los aportes de las comunidades negras al devenir de la nación es otro factor a considerar en el amplio abanico de nuestro devenir nacional. Los estudios tendientes a propiciar la convivencia, superar el maltrato infantil, la violencia cotidiana y construir ciudadanía son otros tantos de los estudios cuyos resultados debe recoger la política pública, así como la necesidad de construir una paz perdurable sobre la base de la comprensión de nuestras incomprendiones y conflictos.

El desarrollo de nuestras instituciones, en particular, las instituciones jurídicas, el devenir de la escuela y, en general, de nuestra institucionalidad ha sido y debe ser preocupación permanente de nuestros investigadores. Esta es una muy breve muestra de proyectos que aportan en la dirección arriba sugerida. Se trata de dar cuenta de la relevancia de estos temas, son muchos más, se busca incentivar tanto su apropiación social como el desarrollo de más investigación social de calidad para el bienestar de los colombianos.

Construcción de identidad nacional

Estudio, conservación y práctica de las lenguas aborígenes

En el Siglo XXI, frente a la tendencia del predominio de idiomas universales, uno de los grandes desafíos para Colombia será conservar y practicar las lenguas aborígenes y criollas aún vivas, una de las mayores características de la identidad.

Entidades responsables:
Centro Colombiano de Estudios de Lenguas Aborígenes /CCELA, U. de Los Andes, Bogotá, D.C.

Director:
Dr. Jon Landaburu

Colaboradores:
Lengua yuhup-makú: Ana M. Ospina
Lengua muinane: Consuelo Vengoechea
Lengua puinave: Jesús M. Girón
Lengua tanimuka: Natalia Erasó
Lengua kamentsá: José N. Jamioy
Lengua wayuu: Rudecindo Ramírez
Lengua sáliba: Hortensia Estrada
Lengua uwa: Clara I. Casillimas

Coordinador Base de datos:
Tulio Rojas
Comité Base de Datos:
Daniel Aguirre
Rosa A. Escobar
Miguel A. Meléndez
María E. Montes

Correo electrónico:
ccela@uniandes.edu.co

Si bien en el país se ha intentado este tipo de investigaciones, desde 1987 el Centro Colombiano de Estudios de Lenguas Aborígenes /CCELA se comprometió con el estudio de 36 de las 66 lenguas aborígenes de Colombia, pertenecientes a 10 de las 12 familias lingüísticas presentes en el país. Desde su inicio, COLCIENCIAS apoyó la ambiciosa meta que significaba dotar al país de un cuerpo de expertos lingüistas especializados en estas lenguas y apoyar sus investigaciones. Documentar las lenguas indígenas requiere el estudio sistemático de sus características sonoras, gramaticales y discursivas, lo cual no es posible científicamente sin la formación de un personal especializado que se dedique a ello durante años.

Después de apoyar el proceso de formación-investigación de un número selecto de investigadores, entre los cuales se contaban indígenas que estudiaron su propia lengua materna, COLCIENCIAS financió investigaciones complementarias que permitieron avanzar en el conocimiento de estas lenguas y en la consolidación profesional de los lingüistas, y apoyó en el CCELA varios estudios regionales sobre las lenguas del Amazonas y, especialmente, las lenguas tonales —barasana, ticuna, bora, tanimuka, puinave, yuhup-maku, muinane—, sobre las lenguas y dialectos del Chocó —epera-cañío, embera, embera-chamí—, y sobre lenguas de la Sierra Nevada de Santa Marta —koguí, damana, ika—. También, apoyó estudios temáticos sobre aspectos relevantes de la estructura gramatical de varias

lenguas: estudios de sintaxis de la predicación o del verbo —lenguas sikuani, achagua, guambiana, paez, guayabero, wayuu, kamentsá, sáliba, uwa, piapoco, cuiba—, estudios sobre la modalidad —kamentsá, guambiano—, etc.

El presente proyecto marcó un hito en la historia del CCELA, pues significaba recoger los conocimientos y los documentos de los investigadores en una base informática de datos lingüísticos, cartográficos y sonoros, de acceso rápido y representado en mapas para facilitar la investigación tipológica, comparativa e histórica.

Significaba, también, disponer fácilmente de datos para su utilización por parte de las comunidades indígenas en sus necesidades educativas e investigativas. Después de seleccionar cuidadosamente 32 puntos de encuesta en el país, se reportó para cada uno los datos recogidos por cada investigador especializado y se incluyeron en la base computarizada, datos de nivel fonético, fonológico y léxico, y para cada nivel se elaboró un cuidadoso cuestionario a partir de planteamientos teóricos.

Diligenciados los cuestionarios fonético-fonológicos, se preparó la integración en la base de datos sonoros. El cuestionario léxico se construyó con 3.360 entradas a partir de una visión enciclopédica. En un segundo proceso se integró un equipo de trabajo para revisar los cuestionarios léxicos y evaluar el proceso de recolección de datos



Foto 1 Taller de educación wanano de las comunidades Carurú.



Foto 2 Mujer piapoco pelando chontaduro. Comunidad de Minitas.



Foto 3 Mujer piapoco dispuesta a pelar la yucabrava. Comunidad de Laguna Colorada, Guainía.

y las dificultades teóricas y metodológicas, y se seleccionó el área de la designación de las partes del cuerpo para un primer acercamiento a planteamientos semánticos comparativos. El trabajo sobre esta área permitió la publicación `Lenguas aborígenes de Colombia, Memorias N°7, Diferencias y similitudes en la estructura del léxico de lenguas aborígenes`.

Luego se elaboraron los cuestionarios gramaticales —fichas para unidades morfológicas, cuestionario de estructuras predicativas y estructuras actanciales— y se inició la recolección de los datos correspondientes.

Creación de canales de comunicación entre los grupos nativos y el resto de la sociedad

También, se elaboró un cuestionario sociolingüístico con su guía metodológica para medir la vitalidad de uso de las lenguas y se ensayó, a manera de prueba, en una comunidad del Cauca. Todo este trabajo supuso la elaboración de programas informáticos específicos creados en el CCELA.

Esta investigación, como las anteriores realizadas en el tema, implicó la creación de canales de comunicación entre comunidades indígenas y el resto de la sociedad, no sólo mediante el intercambio y reconocimiento que implicó la misma investigación sino, también, a través de la adquisición por parte de estas comunidades de herramientas para el uso escrito y el fortalecimiento del uso oral de sus lenguas.

Los conocimientos adquiridos han sido o pueden ser transmitidos a los docentes de los grupos por medio de seminarios, cursos de capacitación, profesionalización, etc. También, despiertan en las comunidades gran interés y la valorización de sus tradiciones propias y suscitan vocaciones investigativas hacia la lengua y la cultura.

Colombia logró conocimientos científicos que permite asegurar la permanencia en el tiempo de las lenguas nativas

Con el desarrollo de la investigación, en las comunidades indígenas involucradas se ha facilitado la realización de programas educativos bilingües y la posibilidad de desarrollar sus lenguas, profundizando en el

conocimiento del léxico, la sintaxis, la fonética, etc.

A la vez, los científicos sociales participantes mejoraron su conocimiento lingüístico y su capacidad de profundización en el estudio comparativo tipológico y teórico de las lenguas del país.

Esta investigación estimuló un proceso notable para crear conocimiento lingüístico de tipo básico en Ciencias Sociales, con aplicaciones y desarrollos prácticos, y enfatizó el desarrollo de la Constitución de Colombia (1991), que reconoce y estimula la diversidad cultural como base del patrimonio nacional y aboga por la oficialidad de las lenguas nativas en sus territorios.



Foto 4 Niños sikuani. Comunidad de Chiguiro, Guainía.



Foto 5 Alumnos de la Ceiba. Laguna Colorada, Guainía.

Institucionalidad de la justicia

Búsqueda de consistencia entre la práctica judicial y sus representaciones sociales

De la manera como se aplique la institucionalidad de la justicia depende, en gran medida, la convivencia social del país. Colombia, como país democrático, centra la solución jurídica de los conflictos en la mediación de jueces independientes, quienes deben decidir con base en criterios objetivos derivados de las reglas de representación popular.

Entidades responsables:
Centro de Investigaciones
Sociojurídicas / CIJUS,
U. de Los Andes,
U. Nacional de Colombia,
Bogotá, D.C.
U. de Coimbra, Portugal

Investigador principal:
Mauricio García

Co-investigadores:
Mauricio Rubio
Gabriel Ricardo Nemogá
Boaventura de Sousa Santos

Asesor externo:
Ciro Angarita Barón

Correo electrónico:
cijus@uniandes.edu.co

El denominado 'contrato social', como base de la actividad social, demográfica, económica, política, educativa, científico tecnológica y ambiental, está afectado por los conflictos generalizados y el bajo nivel de solución de las diferencias de intereses que surgen en la interacción social. Con frecuencia, se habla de las enormes dificultades del sistema de justicia y de sus operadores en Colombia.

De otra parte, la institucionalidad de la justicia depende de la confianza y credibilidad que los ciudadanos tengan en su eficacia para evitar el ejercicio de la 'justicia por sus propias manos'. Este carácter 'evaluativo' permanente de la relación ciudadano-sistema de justicia, sustenta una de las hipótesis centrales de la investigación sobre la disociación existente entre la práctica judicial y sus representaciones sociales. A ello contribuyen también el deterioro de los mecanismos de articulación y cohesión social y la incapacidad de los instrumentos institucionales para solucionar los conflictos entre particulares.

Todo lo cual valida la importancia de esta investigación sobre la justicia en el país, cuyo objetivo se dirigió a evaluar el funcionamiento de los

mecanismos judiciales de solución de conflictos, bajo dos supuestos: que esos mecanismos participen o compiten con otros en la solución global de los conflictos sociales, y que están condicionados por la percepción de los afectados sobre la posibilidad institucional de solucionar sus problemas, en una relación de costo/beneficio.

Comprensión de la globalización de la democracia y del derecho

Los investigadores indagaron el complejo ámbito de las relaciones entre justicia y sociedad, como elementos interdependientes de mutua incidencia; desarrollaron una perspectiva crítica para estudiar los procesos de administración de justicia en Colombia; plantearon que los conflictos sociales se resuelven por distintos mecanismos, uno de los cuales es la justicia institucional; y sustentaron que no sólo se han deteriorado los sistemas institucionales de resolución de conflictos sino que los otros medios que tiene la sociedad para regular conductas y resolver conflictos, por fuera del ámbito institucional, también han perdido fuerza y eficacia.



República de Colombia



Foto 1 La investigación contribuyó a comprender la globalización de los conceptos de justicia, democracia y derecho, descubriendo nuevos fenómenos de sociología y teoría política, y la exigencia global de un régimen de derecho y de reforma de los sistemas judiciales.



Foto 2 Democracia y derecho tienden a ser globales.

Se dice, sin análisis crítico, que la globalización cubre todos los campos de la actividad mundial —mercado, cultura, instituciones, etc.— e, incluso, los sistemas de justicia. La democracia y el derecho tienden a ser globales.

En tal sentido, esta investigación contribuyó a comprender la globalización de tales conceptos, al discutir nuevos y desconcertantes fenómenos de sociología y teoría política, como la mayor visibilidad social y política, el protagonismo de los tribunales en varios países y la exigencia global de un régimen de derecho y de reforma de los sistemas judiciales.

El proyecto —que obedeció a la misma aproximación desarrollada en proyectos de Portugal y Brasil, mediante el desarrollo colaborativo en el análisis sociojurídico con instituciones de ambos países— destacó el enfoque internacional, haciendo aportes novedosos en términos teóricos y metodológicos, como la globalización teórica de la justicia en los países periféricos, y sobre el análisis de las expresiones no institucionales

de justicia como `justicia barrial`, `justicia indígena` y `justicia insurgente`, de gran importancia en contextos en donde la modernidad no es el referente del desarrollo institucional.

A través de las publicaciones del proyecto, el contenido de los volúmenes del `Caleidoscopio de la Justicia` es un aporte al conocimiento de la justicia colombiana en su intento por explicar y formular sus dilemas básicos, y sus retos inmediatos.

Herramientas para los jueces

Como producto de la investigación se generó una nueva comunidad de investigadores sociojurídicos, vinculados al CIJUS.

La investigación, que se extendió por varios años, construyó un equipo investigador de gran continuidad, lo cual facilitó la consolidación de las carreras de jóvenes investigadores que escribieron capítulos para el libro y hoy son parte activa de la comunidad investigativa colombiana en

Derecho y Ciencias Sociales. Y, por su carácter interdisciplinario —económica, política, sociológica, histórica y jurídica—, la clave de su éxito fue la capacidad científica del equipo humano en el campo de los sistemas de justicia.

Con el proyecto, Colombia dispone de mejor conocimiento y mayor comprensión del sistema de justicia, lo cual abre mayores posibilidades de solución y negociación de los conflictos.



Foto 3 El proyecto hizo aportes novedosos en términos teóricos y metodológicos, como el análisis de las expresiones no institucionales de la justicia.

La familia y la escuela

Raíces infantiles de la agresividad y la violencia

La familia y la escuela tienen papeles definitivos en la formación de la mente infantil, al modular el comportamiento y el desempeño personal y social y su aporte a la construcción de la sociedad del futuro. La situación social de Colombia demuestra que sus diversas expresiones de violencia son de una magnitud y complejidad que las convierte en un problema de salud pública.

Premio:
Premio Colsubsidio de Investigación en Pediatría Américas. (2002)

Libro:
COLCIENCIAS-CES (2002)
"Características de las familias y escuelas relacionadas con los comportamientos agresivos y prosociales en niños y niñas de 3-11 años", Editorial Marín Vieco Ltda., Medellín.

Entidades responsables:
Instituto de Ciencias de la Salud - CES, U. de Antioquia. Medellín

Investigadora principal:
Luz María Agudelo S.

Co-investigadores:
Carlos A. Giraldo
Marta B. Gaviria
Carlos A. Sandoval
María de los Ángeles Rodríguez
Alejandro Gallón
Juan F. Gómez
Alberto Pérez

Correo electrónico:
luza@medicina.udea.edu.co

El proyecto estudió los fenómenos de agresividad y prosocialidad; delimitó los conceptos según los campos del saber relacionados; abordó de modo novedoso los procesos de socialización y su relación con aquellos fenómenos, al combinar enfoques cualitativos y cuantitativos; describió los factores determinantes del comportamiento agresivo y violento, tales como su raíz en la niñez, su presencia en los procesos de socialización primaria y secundaria, y el papel fundamental que tienen en ello las instituciones *familia* y *escuela*; y, analizó las pautas de convivencia pacífica en la familia y escuela, con base en las características del contexto que la favorecen o limitan.

El estudio identificó niñas y niños entre 3 y 11 años con comportamientos agresivos y prosociales, en escuelas y jardines infantiles del perímetro urbano de Medellín; estableció las características estructurales y de funcionamiento familiar y escolar en ambos grupos; y exploró, desde la perspectiva de los miembros de familias y escuelas estudiadas, las vivencias en la interacción cotidiana frente a la problemática de comportamientos considerados agresivos.

Con ello, se validó una escala psicométrica de 46 preguntas para conductas agresivas, prosociales y otros trastornos asociados, denominada COPRAG

—un cuestionario para identificar comportamientos prosociales y agresivos en niños de 3-11 años—, que se aplicó a una muestra probabilística de 714 niños en 20 establecimientos de preescolar y primaria de estrato 2, en Medellín. El análisis factorial determinó la validez interna de la escala. Para establecer las características de las escuelas y familias se realizó un muestreo teórico y el análisis múltiple de 19 casos.

La agresividad coexiste con la prosocialidad de algunos casos y constituye una estrategia adaptativa de los niños a las condiciones socioafectivas. Los vínculos más estables y consistentes se hallaron en niños con conducta prosocial y los inconsistentes en niños agresivos. Las características del vínculo fueron afectadas por la precariedad de las condiciones sociales, económicas y afectivas, familiares y escolares. La valoración de la prosocialidad se adelantó en relación con la solidaridad genuina y la empatía. La exposición a la violencia fue más frecuente en los niños agresivos.

El proyecto destacó los roles de la escuela, la cultura y el clima escolar; el clima familiar y la relación con pares en el surgimiento de comportamientos proclives a la violencia; y estandarizó una metodología para identificar los niños con alto riesgo de comportamiento agresivo, otros trastornos relacionados y prosocialidad.



Foto 1 El estudio describió los factores determinantes del comportamiento agresivo y violento, tales como su raíz en la niñez y el papel fundamental que tienen las instituciones familia y escuela.



Foto 2 El clima familiar es determinante para el surgimiento de comportamientos tendientes a la violencia.

Metodologías para la prevención temprana de la violencia

Con este trabajo, se consolidó un grupo de investigación de esta problemática, con énfasis en la niñez y juventud; se fortaleció la línea de investigación sobre la violencia; y, se mejoró la capacidad de gestión de la investigación en el CES y la U. de Antioquia, con participación de otras entidades, lo que ha permitido una mayor proyección de las instituciones.

Los diversos tipos de violencia en Medellín y en Colombia, exigen novedosos enfoques teóricos y metodológicos que contribuyan a su mayor entendimiento, tal como los desarrollados en este proyecto que, por su aporte a la comprensión de esos fenómenos, obtuvo el Premio Colsubsidio de Investigación en Pediatría Américas 2002.

Además, se hizo una difusión amplia de los resultados a la comunidad científica y al público en general generando en otras ciudades del país, y en países de Centroamérica, interés por el tema y por la realización de programas de intervención similares al de

Medellín, cuyo desarrollo teórico y metodológico se adaptó al medio.

Herramientas para la gestión social y la construcción de ciudadanía

La investigación aportó elementos trascendentales para la convivencia y permitió que la Alcaldía de Medellín los integrara como factores de diagnóstico de su Programa Marco de Intervención de la Violencia.

El componente de prevención de la violencia y promoción de la convivencia dirigido a los niños aplica el COPRAG como principal instrumento para evaluar sus cuatro fases de intervención, beneficiando directa e indirectamente a más de 100.000 niños y sus familias de los sectores más pobres de la ciudad.

Además, otros programas de la Alcaldía de Medellín con responsabilidades frente a la violencia han aplicado el proyecto, a la vez que los grupos de investigación del CES y la U. de Antioquia mejoraron su percep-

ción del problema y adquirieron nuevos conocimientos útiles para contribuir a solucionarlos, posicionando el tema en la ciudad.



Foto 3 El proyecto destacó los roles de la escuela, la cultura y el clima escolar.

Bases científicas para los procesos de paz

¿Es posible una interpretación global del conflicto colombiano?

La presente investigación comprende dos proyectos: 'Procesos regionales de violencia y configuración del Estado, 1998-2000', y 'Evolución reciente de los actores de la guerra en Colombia, cambios en la naturaleza del conflicto armado y sus implicaciones para el Estado', realizadas por CINEP, institución que ha acumulado experiencias en estudios de violencia y la presencia del narcocultivo en áreas de colonización campesina.

Mención de Honor:
Fundación Alejandro Ángel Escobar en Ciencias Sociales y Humanas. (2004)

Libro:
Fernán E. González, Ingrid Bolívar y Teófilo Vásquez. (2003) *Violencia política en Colombia. De la nación fragmentada a la formación del Estado*. Libro de síntesis de los informes de investigación presentados a COLCIENCIAS y MSD (USAID) Publicado por CINEP, Bogotá y re-impreso en tres ocasiones.

Entidad responsable:
Centro de Investigación y Educación Popular - CINEP Bogotá, D.C.

Investigadores principales:
Fernán González
Ingrid J. Bolívar
Teófilo Vásquez

Co-investigadores:
-en diversas etapas-
Mauricio Romero
Ana M. Bejarano
Mauricio García
José J. González
Helena Useche

Correo electrónico:
fernan@cinep.org.co

Esta investigación —realizada desde el interior de las zonas en conflicto, lo cual le da un mérito especial— aporta nuevos elementos sobre el estado de la investigación en violencia en Colombia, desde la óptica de los actores armados, y señala que, aunque posiblemente el fenómeno en sí pueda estar sobrediagnosticado, hay carencia de estudios sobre los actores armados, sus roles, lógicas y dominios regionales. Por tanto, urge la necesidad de encontrar una solución definitiva al período de conflicto que vive Colombia, mediante procesos de negociación y reconciliación entre quienes intervienen activamente en aquel.

Indagación sobre la lógica de los actores sociales armados en relación con sus condicionamientos estructurales y coyunturales

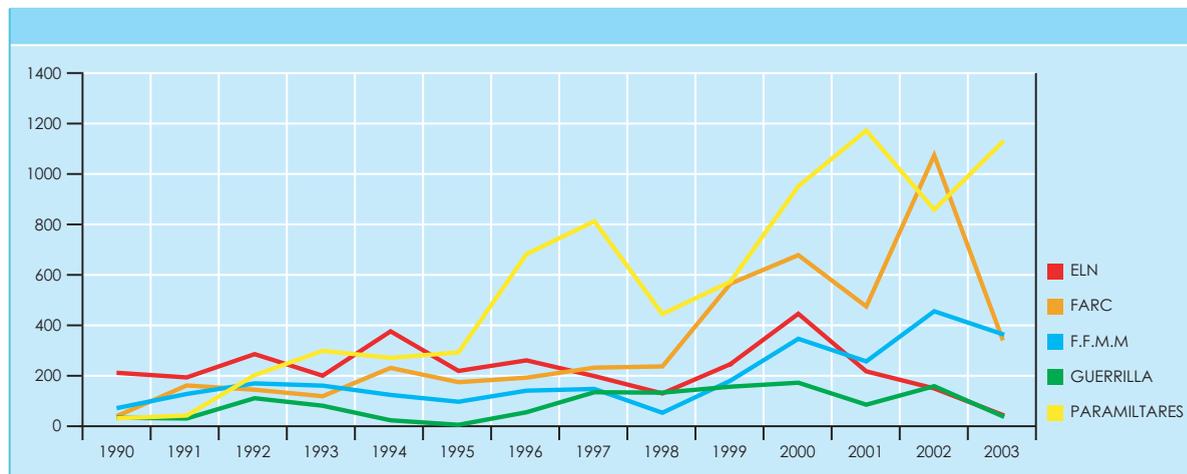
En tal planteamiento radica la importancia de este proyecto, al asumir que las violencias recientes que aquejan al país deben analizarse en el contexto de los procesos de configuración del Estado y de la sociedad colombiana. Este enfoque permite plantear que la violencia no es necesariamente el resultado del colapso del Estado ni de su ausencia.

Al observar el problema desde diferentes ámbitos temporales, se analizaron tanto las consecuencias de las diferentes opciones para el proceso de formación del Estado y la configuración social respectiva, como las estrategias de acción de los actores armados en algunas regiones conflictivas — Putumayo, Urabá antioqueño y chocoano, parte de Córdoba, parte de Antioquia—, los cambios en la dinámica del enfrentamiento, y las implicaciones que esto ha traído para el funcionamiento del Estado.

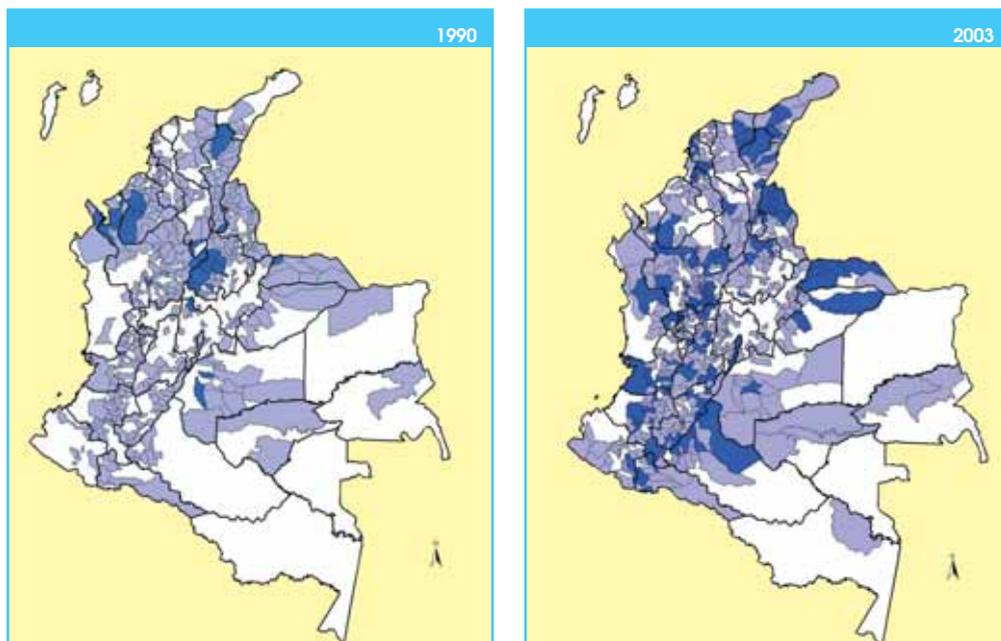
El rol de la investigación científica social en los procesos de paz

Los proyectos demuestran que en los procesos de paz y desmovilización es necesario considerar los análisis y resultados de las investigaciones científicas que, sobre este tema fundamental para el país, se adelantan desde la década de los ochentas, y que dichos procesos han surgido de las investigaciones sobre los orígenes y soluciones de las violencias, planteadas desde las Ciencias Sociales.

En lo teórico y metodológico, los proyectos presentan un novedoso enfoque que permitió construir dos completas bases de datos —una georeferenciada sobre el conflicto interno colombiano, y otra



Cuadro 1 Dinámica del conflicto armado en Colombia. Hechos de violaciones al DIH por actores armados. Años 1990 - 2003. Fuente: CINEP.



Mapas 1-2 *Dinámica del conflicto armado en Colombia. Síntesis de violaciones, acciones bélicas, violaciones al DIH, violencia político social. En azul claro se muestran las zonas del país con baja intensidad de infracciones al DIH, acciones bélicas o violencia político social. En azul oscuro, las zonas del país con alta intensidad de infracciones al DIH, acciones bélicas o violencia político social. Fuente: CINEP.*

sobre derechos humanos— disponibles en el país y esenciales para mejorar la comprensión científica del conflicto.

Al identificar nuevos problemas conceptuales e históricos, estos trabajos propiciaron otras investigaciones, como el estudio que demuestra los nexos entre el conflicto armado y la relación diferenciada del Estado con regiones y territorios —que no explica la confrontación como resultado de ‘ausencia’ estatal, sino como efecto de las lógicas del conflicto armado que revelan dinámicas de la formación del estado, p.e., la centralización política y la integración territorial—; y el análisis comparativo de la evolución de la presencia de los actores armados en las diversas regiones y de sus lógicas económicas, políticas y sociales, que corrobora la hipótesis de que la violencia obedece, principalmente, a la imposición de modelos de desarrollo rural mutuamente excluyentes.

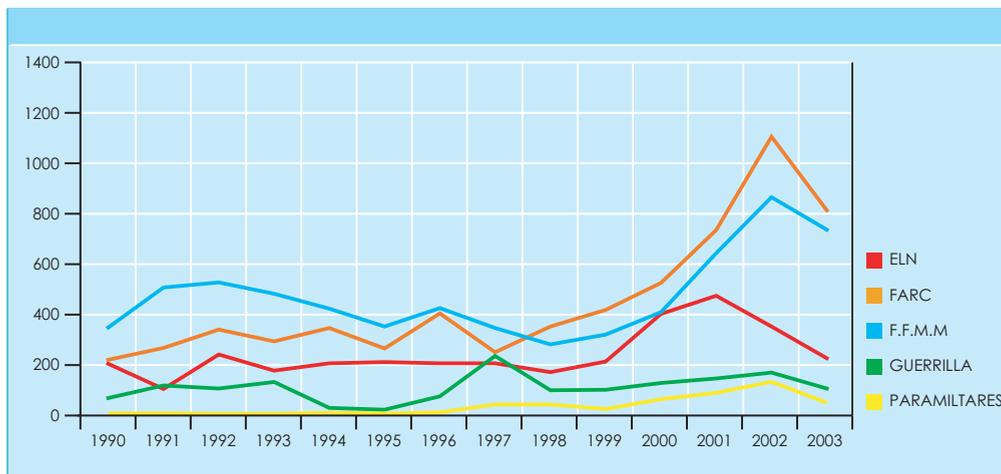
Los resultados de estas investigaciones han contribuido a las reflexiones de la Comisión Nacional de Conciliación, al Programa por la Paz de la Compañía de Jesús y la Fundación Social, y se encuentran disponibles en un libro publicado y en diversos artículos difundidos por el CINEP en la Revista Controversia y Análisis y en la colección ‘Sociedad y Conflicto’, compuesta por 12 volúmenes que constituyen la base del intercambio frecuente con otros países del área andina.

En beneficio de los procesos de paz que buscan una salida negociada

La información generada por la investigación ha beneficiado los procesos de paz que buscan una salida negociada a los conflictos protagonizados por los actores armados.

También, la investigación ha facilitado información que beneficia los programas promovidos por CINEP, así como el Programa de Paz del Magdalena Medio y otros promovidos por la Fundación Social.

Estas investigaciones culminan un proyecto de largo alcance sobre los actores del conflicto, como parte esencial para establecer alternativas de solución de largo plazo, fortaleciendo la línea de investigación sobre la violencia y sus profundas raíces sociales.



Cuadro 2 *Dinámica del conflicto armado en Colombia. Hechos de acciones bélicas por actores armados. Años 1990 - 2003. Fuente: CINEP.*

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. ‘La Violencia política y las dificultades de la construcción de lo público’. AROCHA, J., CUBIDES, F. y JIMENO, M. (compiladores)
2. *Las Violencias: una inclusión creciente*, Facultad de Ciencias Sociales y CES, U. Nacional, Bogotá. (1998) pp. 163-185.
3. ‘Una Nación fragmentada : una aproximación a la violencia colombiana’, en Cuadernos BAKEAZ, # 36, Bilbao, España. (1999) pp.1-19.
4. ‘Colombia entre la guerra y la paz. Aproximación a una lectura geopolítica de la violencia colombiana’, en *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, volumen 8, # 2, mayo-agosto de 2002.
5. MASON, A. y ORJUELA, L.J. (2003) ‘Un Estado en construcción: una mirada de largo plazo sobre la crisis colombiana’.
6. *La crisis política colombiana. Más que un conflicto armado y un proceso de paz*, Uniandes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Ciencia Política, Ceso, Fundación Alejandro Ángel Escobar, Bogotá.
7. ‘¿Colapso parcial o presencia diferenciada del Estado en Colombia? Una mirada desde la historia’. En *Colombia Internacional* # 58, julio-diciembre 2003.
8. ‘The Colombian conflict in historical perspective’ in (2004) GARCÍA, M. (editor), *Accord. Alternatives to war. Colombia’s peace processes*, Conciliation Resources and Cinep, Londres y Bogotá. Reproducido en español como número extraordinario de *Controversia*, bajo el título de ‘Conflicto político en Colombia: una perspectiva de largo plazo’.

Huellas de ciudadanía en Medellín

Prácticas y representaciones mediadas por el conflicto urbano

La construcción de ciudadanía es fundamental en el desarrollo de cultura urbana, pero, en un área metropolitana de las dimensiones y complejidad de una ciudad como Medellín, adquiere particular interés, muy especialmente, en la década de 1990.

Libro:
Naranjo, Gloria et al. (2003)
Tras las huellas ciudadanas. Medellín 1990 - 2000.
Editorial Vieco e Hijas.
Medellín

Entidad responsable:
Instituto de Estudios Políticos de la U. de Antioquia (Investigación Científica Social)
Medellín

Investigadora principal:
Gloria Elena Naranjo Giraldo

Co-investigadores:
Jaime Andrés Peralta
Deicy Patricia Hurtado

Asesora académica:
María T. Uribe de Hincapié

En este período, se evidencia la situación paradójica de una crisis social, agravada en sus aspectos ético, político y cultural, que coexiste con iniciativas ciudadanas, el surgimiento de grupos asociativos, redes juveniles, de mujeres y entidades comunitarias no gubernamentales de comuna y zona con propuestas culturales y proyectos de defensa de derechos humanos, paz y convivencia.

De la observación de este fenómeno se deriva el planteamiento de los investigadores sobre los problemas de cultura política en Medellín, donde, a diferencia de las dificultades de otras ciudades del país, no pasan por la ausencia de participación, organización y deliberación pública, sino por el mundo de las representaciones colectivas de lo político.

Sobre esta hipótesis, y teniendo como referencia a las organizaciones sociales de las zonas Nororiental y Noroccidental de Medellín, en el período 1990-97, la investigación se propuso describir e interpretar las representaciones colectivas en la formación de ciudadanía, manifiestas en el proceso y reconocimiento político-culturales y en las nuevas identificaciones políticas con la Constitución de 1991.

Para esto hace una aproximación a las diversas formas colectivas de acción —estrategias, propuestas y proyectos— y a la pluralidad de representaciones —discursos, valores, imágenes, percep-

ciones, identificaciones—, para construir una interpretación de los procesos de conformación de ciudadanía, como ejercicio de la política, en contextos mediados por el conflicto urbano.

El avance de los habitantes de estas dos zonas en el fortalecimiento de sujetos políticos y culturales, se constata cuando enarbolan el discurso de una ciudadanía con derechos y deberes, libertades y responsabilidades, y con el fortalecimiento de su capacidad de gestión de proyectos y recursos locales, regionales, nacionales e internacionales.

Además, con la relevancia social y política que adquieren territorios urbanos que buscan reconocimiento político y cultural, mediante proyectos de zona en el horizonte del derecho a la ciudad, se expresan en el espacio público y, junto con diversos actores sociales, académicos, políticos, empresariales, gubernamentales, no gubernamentales y la iglesia, participan con propuestas democratizadoras en el proceso de identificación de alternativas de futuro para la ciudad.

Nuevo conocimiento, cultura investigativa y apropiación social

Los resultados de la investigación cuentan con diversos medios de difusión: 2 libros: *Ciudad y ciudadanía bajo la lente del conflicto urbano*, Corpo-

Correo electrónico:
gloria.naranjo@udea.edu.co



Foto 1 Nuevas formas de planeación participativa. Los contextos conflictivos de urbanización demandan propuestas que permitan reenforzar el ejercicio de la ciudadanía.



Foto 2 **Una ciudadanía posible** reivindica el derecho a habitar, organizar, deliberar y representar, y a construir ciudad y decidir sobre los destinos colectivos de la misma.

ración Región, 2003 y *Tras las huellas ciudadanas*, U. de Antioquia, 2004; 1 capítulo del libro *Releer los territorios y repensar el proyecto colectivo de ciudad. Hipótesis para un balance crítico sobre la planeación zonal en Medellín*, Corporación Región, 2002; 4 artículos en revistas nacionales: 'Formación de ciudad, conformación de ciudadanía', en *Estudios Políticos* 12, 1998; 'Ideas y prácticas de ciudadanía(...) para repensar la democracia', en *Desde la Región* 10, 2000; 'Procesos de urbanización y formación de ciudadanía. La ciudad informal, entra y sale de la ciudad formal', en *Territorios* 6, U. de los Andes, 2001; 'La formación de ciudadanía en las fronteras de la ciudad. Hacia una gramática moral de la política', en *Territorios* 7, U. de los Andes, 2002; 1 artículo en revista internacional: 'Formación de ciudad y conformación de ciudadanía', en *La Piragua* 16, México, CEAAL, 1999.

La investigación facilitó la devolución y socialización de resultados de investigación con las organizaciones que apoyaron el proceso en las zonas Nororiental y Noroccidental de Medellín.

El conocimiento generado en este proyecto contribuyó a fortalecer los dos planes zonales más importantes de la ciudad,

que estaban en marcha, y su propósito de impulsar la planeación participativa como política pública y propuesta de ciudad.

Desde estas experiencias, y con diversos sectores sociales no gubernamentales, políticos y académicos se impulsaron varias iniciativas, como la inclusión de los planes zonales en el Acuerdo 043 de 1996, que crea el Sistema Municipal de Planeación, y su relación con los planes de desarrollo municipal; la promoción de nuevas formas de planeación participativa como planes corregimentales, planes parciales y la creación de la Red de Planes Zonales; la inclusión de los planes zonales en el Plan Estratégico para Medellín y el Área Metropolitana; la estrategia participativa del Plan de Ordenamiento Territorial.

'El ciudadano no nace, se hace'

En la compleja trama de intercambios sociales e institucionales; de resistencias y cooperaciones, de protestas y propuestas y en el contrapunto entre la Urbe y la Polis, los investigadores se empeñan en rastrear las huellas de una ciudadanía posible que, a su manera, estaría reivindicando el de-

recho a habitar, organizar, deliberar, representar; en fin, a hacer ciudad y decidir sobre los destinos colectivos de la misma.

Con todo ello se ha fortalecido la línea de investigación *Ciudadanía, cultura y prácticas políticas* del Instituto de Estudios Políticos de la U. de Antioquia y sus dos nuevos proyectos de investigación (uno ejecutado y otro en ejecución), con la ampliación de la reflexión sobre ciudadanías mestizas y culturas políticas híbridas.



Foto 3 'El ciudadano no nace, se hace'. Perspectiva de la zona nororiental y noroccidental de Medellín.

El Pacífico y Suroccidente colombiano, un contexto en movilidad y urbanización

Organización social, dinámicas culturales e identidades de las poblaciones afrocolombianas

El proyecto apuntó a describir y analizar los procesos demográficos y culturales de la integración de las poblaciones negras y mulatas de la región pacífica y Suroccidente colombiano a la sociedad mayor —nacional e internacional—, en un contexto sociohistórico de orden racial, y a partir de los cambios políticos —Constitución de 1991, Ley 70 de 1993—. Para tal efecto, se requirió el uso de dos enfoques complementarios: el sociodemográfico y el socioantropológico.

El proyecto, ejecutado conjuntamente por el CIDSE, de la U. del Valle, y el Institut de Recherche pour le Développement /IRD, de Francia, contó con la participación de un grupo de estudiantes de sociología, economía e ingeniería de la U. del Valle y la U. Nacional de Colombia, los cuales se encuentran haciendo maestría o doctorado (2005).

Los principales resultados del trabajo se han presentado mediante la publicación de varios libros y artículos, con los avances más recientes de investigación empírica, cuantitativa y cualitativa, y algunos de los desarrollos teóricos relacionados con los problemas de clase, raza y etnicidad en la sociedad colombiana y regional. A la vez, se revisaron los procesos de urbanización y formación de dinámicas regionales, para ser sometidos al debate académico.

Los beneficios del proyecto se observan en los aportes dados a los programas de formación académica de Sociología, Economía —pregrado y maestría— e Historia de la U. del Valle, y a la consolidación de un programa de formación de nuevos investigadores e investigadoras afrocolombianos.

Aportes a los estudios académicos y al desarrollo institucional

También contribuyó a desarrollar una red de cooperación informal entre la U. del Valle / CIDSE y las organizaciones de jóvenes negros sin formación universitaria del Distrito de Aguablanca, en materia de datos y diagnósticos sociodemográficos y socioeconómicos sobre los barrios populares del Oriente de Cali.

El trabajo desarrollado ha servido a los movimientos sociales étnicos afrocolombianos de Cali, el Valle del Cauca, el Pacífico y en el ámbito nacional, y a los procesos institucionales del Departamento Nacional de Estadística /DANE —en la discusión del módulo étnico para el censo del 2005 y en las diferentes encuestas de hogares—; del Departamento Nacional de Planeación /DNP, Programa de Reducción de la Pobreza —mediante la consultoría que en este momento presta el equipo CIDSE-IRD en el diagnóstico de reducción de la pobreza de las minorías étnicas, Programa BID-DNP—.

Libro:
Editores Olivier Barbary / IRD y Fernando Urrea Giraldo / CIDSE- U. del Valle - IRD- COLCIENCIAS. 2004. *Gente Negra en Colombia. Dinámicas Sociopolíticas en Cali y el Pacífico*. Editorial Lealon, Medellín.

Entidades responsables:
U. del Valle, Cali - CIDSE e Institut de Recherche pour le Développement /IRD, Francia.

Coordinadores:
Fernando Urrea Giraldo, Michel Agier y Olivier Barbary

Investigadores:
Héctor Fabio Ramírez
Pedro Quintín Quílez
Alfredo Vanín
Odile Hoffmann
Stéphanie Bruynel

Correo electrónico:
cidse@chasqui.univalle.edu.co

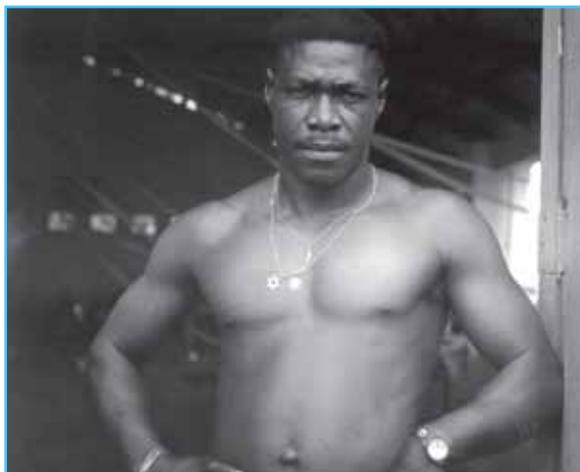


Foto 1 Emigrante de regreso. Tumaco, Nariño.

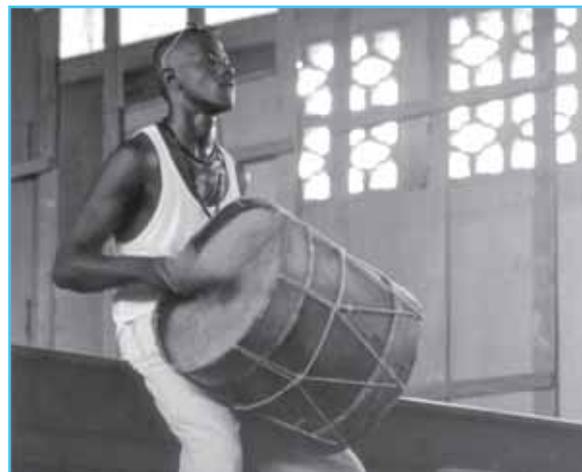


Foto 2 Joven tocando tambor. Tumaco, Nariño.



Foto 3 **Baile de Currulao.** Plantación de palma africana. Tumaco, Nariño.

Fomento de nuevas relaciones entre la academia y las organizaciones sociales urbanas, con apoyo internacional

A la vez, la investigación ha sido de gran utilidad para las Oficinas de Negritudes y Asuntos Afrocolombianos de la Gobernación del Valle del Cauca y la Alcaldía de Santiago de Cali; y como apoyo de la Red de investigadores internacionales sobre estadísticas étnico-raciales en Brasil, México y Francia, y de los Programas de salud sexual y reproductiva en jóvenes negros de sectores populares —PROFAMILIA, Secretarías de Salud del Valle del Cauca y Cali—.

El proyecto combinó metodologías cuantitativas y cualitativas, tuvo un carácter interdisciplinario y fue desarrollado por un equipo de 2 antropólogos, 1 sociólogo, 3 estadísticos, una geógrafa, 1 ingeniero informático y 1 economista.

Como trabajo innovador en los estudios de migraciones internas y en el estudio de minorías étnico-raciales, estableció nuevas relaciones entre el espacio académico y las organizaciones sociales locales urbanas de sectores populares de Cali, contó con cooperación internacional, además del IRD de Francia, del Centro de Estudos Afrobrasileiros /CEAB de la U. Candido Mendes de Rio de Janeiro, financiado por el CNPq de Brasil, y sirvió, también, para potenciar la cooperación en docencia e investigación en U. del Valle y a través de la red.



Foto 4 **En la peluquería.** Corte de Pelo "Hétor". Barrio Charco Azul, Cali, Valle del Cauca.

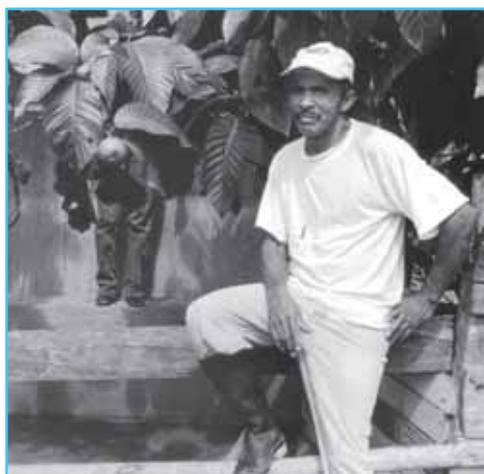


Foto 5 **Campesino.** Río Mejjicano. Tumaco, Nariño.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. Autores varios. (1999). 'Tumaco, haciendo ciudad, historia, identidad y cultura'. ICANH, IRD, U. del Valle y COLCIENCIAS.
2. AGIER, MICHEL. (1999) 'L'invention de la ville, banlieues, townships, invasions et favelas'. Editions des archives contemporaines. Imprimé en France. 175 p.
3. ZULUAGA, R. F. Editor académico (1997) 'Puerto Tejada 100 años'. Municipio de Puerto Tejada. Alcaldía Municipal.
4. CAMACHO, J. y RESTREPO, E., Editores (1999) 'De montes, ríos y ciudades, territorios e identidades de la gente negra en Colombia'. Fundación Natura - ECOFONDO, ICANH.
5. CUBIDES, F. y DOMÍNGUEZ, C., Editores (1999) 'Desplazados, migraciones internas y reestructuraciones territoriales'. CES, U. Nacional de Colombia, Bogotá.

La cotidianidad y las perspectivas infantiles

Sentido de la realidad en los niños de sectores con desventaja socioeconómica en la Costa Atlántica

Las investigaciones científicas relacionadas con los niños cobran progresiva importancia en Colombia y en América Latina, región donde cada día mueren cerca de 2.000 infantes como efecto de la pobreza y las condiciones de vida adversa. Los niños son una población en muchos casos desprotegida y maltratada por la misma sociedad, aspecto que marca la importancia social y estratégica de este proyecto.

Libro:
Amar Amar, José Juan y Abello Llanos, Raimundo. (1998) "El niño y su comprensión de la realidad", Barranquilla, Ediciones Uninorte.

Entidad responsable:
Centro de Investigaciones en Desarrollo Humano de la U. del Norte Barranquilla

Director:
José Juan Amar Amar.

Colaboradores:
Raimundo Abello
Consuelo Angarita
Kary Cabrera

Correo electrónico:
jamar@uninorte.edu.co

La investigación pretendió conocer la construcción del sentido de la realidad entre los niños en situación de desventaja socioeconómica, especialmente en la región Caribe colombiana, a partir del estudio de los significados de los lenguajes cotidianos y de la identificación de la toma de perspectiva en lo cognitivo, lo comunicativo, la comprensión de sentimientos y el autoconcepto.

Este proyecto, principalmente, describe e interpreta la comprensión de conceptos cotidianos y sus perspectivas cognitiva, comunicativa y afectiva en los niños entre 4 y 7 años de sectores pobres de la región estudiada. Además, identifica y reconoce las formas de elaboración del sentido de la realidad de los grupos investigados, para clarificar sus modos de pensar, adaptarse, comunicarse y valorar su entorno.

Para estimar el conocimiento de la realidad en los niños, se evaluaron en ellos los conceptos de belleza, bondad, dinero, autoridad, escuela, felicidad, amistad, tiempo, salud, muerte, género, trabajo y familia.

En todos los casos, se hallaron respuestas correlacionadas con la situación de pobreza en que estos niños viven. Tales resultados se compararon con los obtenidos en niños de clase social alta, en los que se encontraron, para ambos casos, diferencias significativas y amplias entre ambos grupos. En cuanto a la toma de perspectiva cognitiva, los niños pobres mostraron una incapacidad para esta habilidad, mientras que la toma de perspectiva comunicativa reflejó niveles de capacidad diferentes, que dependen del tipo de formación utilizado para la evaluación.

Una muestra de 400 niñas y niños de 4 a 7 años, del programa Hogares del ICBF en la Costa Atlántica.

En general, aunque estos niños fueron incapaces de inferir los estados de conocimiento de otra persona acerca de una experiencia que les es común, sí poseen la habilidad de comunicarse teniendo en cuenta a quien escuchan.



Fotos 1-2 El estudio ha servido para implementar programas que afirman el desarrollo integral de los niños.



Foto 3 Los niños sin consideración de género y edad, desarrollan creencias y expectativas muy realistas sobre sí mismos.

La evaluación de la comprensión de las emociones mostró que alegría, tristeza, enojo y miedo, fueron las emociones básicas reconocidas. En todos los casos se encontró tendencia a reconocer los sentimientos de bienestar y malestar. Se destaca el alto porcentaje en el reconocimiento de la alegría, mientras que el enojo, la tristeza y el miedo lo fueron en niveles muy discretos. En el estudio del autoconcepto, la distribución porcentual de la muestra refleja una tendencia hacia lo positivo, indicativa de que los niños, sin consideración de género y edad, se inclinan hacia creencias y expectativas muy realistas sobre sí mismos.

Los resultados del proyecto muestran la importancia de las condiciones externas de vida, la cultura y las interacciones sociales, básicas para comprender la realidad. Y han servido como indicadores de las fortalezas y debilidades que afrontan los programas dirigidos a la atención integral de esta población.

Se observaron grandes falencias, en especial, en el ámbito cognitivo, y fortalezas en las disposiciones para la perspectiva comunicativa, la comprensión de emociones, el sentimiento y el autoconcepto.

La niñez, portadora y creadora legítima de las realidades de su grupo social

Estos resultados, que fundamentan una línea de investigación sobre la construcción del mundo social de los niños que viven en contexto de pobreza, han sido útiles para los programas de atención a la infancia en Colombia y en países como Guatemala, Venezuela, Chile, Brasil, Perú, España, Portugal, entre otros.

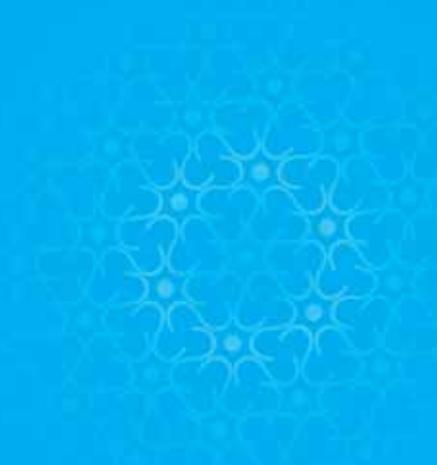
El proyecto dio continuidad a una línea de investigación que se ha desarrollado por más de veinte años en la U. del Norte,

y, al consolidar el Grupo de Investigaciones en Desarrollo Humano, reconocido por el SNCYT, ha facilitado apoyo a la Maestría en Desarrollo Social de esa institución. Los resultados de este proyecto —auspiciado por COLCIENCIAS— se estudian ahora en diferentes centros universitarios del mundo, interesados en el conocimiento de la mente y el comportamiento. Además, ha servido de base para implementar programas que apuntan al desarrollo integral de los niños.

Este proyecto —fundamentado en el trabajo con los niños, desde una perspectiva integral que los enfoca en su relación consigo mismos, con los otros y con su mundo circundante— abre caminos a la investigación sobre este importante tema, ampliando las posibilidades de un futuro mejor para los niños de sectores pobres.



Fotos 4 El proyecto permitió identificar las fortalezas y debilidades que afrontan los programas a la atención integral de niños entre los 4 y 7 años de la Costa Atlántica.



Sucesión - regeneración del páramo después de quemas y pastoreo	pág.	100
Variaciones al sistema filtro anaeróbico de flujo ascendente humedal de flujo subsuperficial como alternativa para el tratamiento de aguas residuales de pequeños y medianos municipios de Colombia	pág.	102
Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias del flanco Oriental de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos	pág.	104
Calidad de las soluciones de vivienda dirigida para sectores de bajos ingresos en Bogotá	pág.	106
Perfil urbano de las ciudades en proceso de metropolización en la ecorregión del Eje Cafetero	pág.	108
Tendencias recientes de ocupación territorial en Bogotá y su región	pág.	110
El sistema de descontaminación productiva CIPAV: Una tecnología para reducir la contaminación del agua por vertimientos pecuarios y domésticos	pág.	112

Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat

María Cristina Durán

El Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y el Hábitat ha fortalecido la capacidad de generación y utilización de conocimientos para el desarrollo sostenible, el mejoramiento de la calidad ambiental y de las condiciones de vida de la población colombiana. Desde su creación en 1.991, el Programa ha trabajado fundamentalmente en Agua, Biodiversidad y Bosques, Vivienda y Asentamientos Humanos, Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Producción más Limpia.

En apoyo al conocimiento, conservación y uso de nuestra diversidad biológica, se han impulsado investigaciones en algunos ecosistemas de especial interés nacional por su carácter estratégico e importancia económica y social.

En el caso de los ecosistemas de la región andina, se han estudiado sus dinámicas y potenciales amenazas relacionadas con su estructura y funcionamiento, la caracterización florística y faunística, así como el conocimiento genético y molecular de especies clave y con alto potencial de aprovechamiento económico.

Los Sistemas Agropecuarios Sostenibles se han constituido en un área de interés del Programa, por cuanto convergen la generación de conocimientos enfocados a la conservación y recuperación de la biodiversidad en el desarrollo de sistemas productivos, la innovación y uso de nuevas tecnologías limpias y un componente importante de educación ambiental.

En relación con el Hábitat, se han apoyado temáticas como el desarrollo regional y urbano, los asentamientos humanos, la vivienda, etc., y se ha impulsado la reflexión sobre los procesos y dinámica actual del ordenamiento regional y urbano; la gestión y participación ciudadana; el estudio de fenómenos urba-

nos de importancia nacional como la conurbación e investigaciones sobre calidad de la vivienda urbana, principalmente.

La Producción más Limpia y el Desarrollo de Tecnologías Ambientales ha sido, también, un área destacada en las convocatorias del Programa, teniendo en cuenta el papel que juega la tecnología en términos de la protección del medio ambiente y del desarrollo y la necesidad de crear una conciencia ambiental en la sociedad colombiana.

Con esta dinámica se han aportado soluciones a las problemáticas ambientales, incrementándose la capacidad institucional para la investigación, la cual se expresa hoy en 448 grupos registrados en el Programa Nacional de Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, de los cuales 156 constituyen grupos reconocidos.

Para esta publicación se ha seleccionado una muestra de los proyectos más significativos del Programa, seguros de que la selección de este grupo de trabajos realizados exitosamente deja por fuera otros que deberían estar presentes, pero que se tendrán en cuenta en futuras publicaciones.

Quemas y pastoreos

La regeneración del Páramo

La ganadería extensiva es una práctica común en los páramos andinos, casi siempre combinada con quemas de la vegetación con el fin de conseguir rebrotes tiernos y palatables para el ganado. La introducción de herbívoros, principalmente de ganado vacuno, trae consigo una disminución de la fitomasa aérea y un cambio de la vegetación original por otra compuesta de hierbas pequeñas rasantes y gramíneas resistentes tanto al pisoteo como al ramoneo del ganado.

Libro:
Vargas, O. y Pedraza, P. (2004)
Parque Nacional Natural
Chingaza. Universidad Nacional,
Colciencias, Parques
Nacionales, Acueducto de
Bogotá. 197 p.

Entidad responsable:
U. Nacional de Colombia
/ Dpto. de Biología
Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Orlando Vargas

Co-investigadores:
Julia Premauer
Marcela Zalamea
Paola Pedraza

**Grupo de Ecosistemas
Terrestres,
Línea de Investigación:
Ecosistemas de
Alta Montaña - Grupo Páramo.**

Correo electrónico:
jovargas@unal.edu.co

Las condiciones particulares del páramo, sumadas a los disturbios naturales y antrópicos, seleccionan especies con estrategias de historia de vida que les permite permanecer bajo este régimen de disturbio. Dado que el páramo es un ecosistema que no evolucionó bajo fuegos continuos ni bajo herbívoros de gran tamaño, el efecto es bastante negativo, en especial el daño mecánico sobre el suelo a causa del pisoteo.

Conocimiento obtenido

En general, esta investigación encontró que la biomasa aérea total de las comunidades vegetales disminuye en un 60-66% en localidades con alta presión de pastoreo. De igual forma, halló que la necromasa en pie, que en condiciones naturales constituye el 70-80% de la biomasa aérea total, pasa a representar un porcentaje muy bajo. También reportó la disminución de la biomasa aérea y el incremento en la relación biomasa asimilatoria / necromasa.

Los disturbios tienen aspectos colaterales en el desequilibrio de las redes tróficas, p.e., parte de la mortalidad de *Espeletia killipii* en el Parque Nacional Chingaza, se debe a una compleja interacción entre 2 especies de gorgojos curculionidos, uno herbívoro y otro detritívoro, que viven en *E. killipii* y el cusumbo o guache —*Nasuella olivaceae*—, que se alimenta de ellos.

En general, con pastoreo en intensidades moderadas aumenta la diversidad de especies y con pastoreo intenso se pierden las especies propias de páramo húmedo.

En el Parque Chingaza, *Espeletia killipii* va perdiendo las clases de altura entre 30 y 120 cm con el disturbio y, también, se presenta agrupamiento de adultos con pastoreo leve. El banco de semillas germinable presenta altas densidades de semillas (12.973 semillas/m²), en comparación con densidades en ecosistemas cercanos tropicales de montaña.

Con relación a la intensidad de disturbio por pastoreo y fuego, a intensidades intermedias disminuye la riqueza, la densidad y diversidad de especies del banco de semillas, para aumentar considerablemente bajo pastoreo intensivo. Otro aspecto del disturbio por fuego y pastoreo es su impacto sobre el suelo del páramo.

Después de un fuego, los nutrientes del suelo se incrementan momentáneamente, para luego ser rápidamente inmovilizados por los microorganismos del suelo, el aluminio, las cenizas volcánicas y por la porción aérea de la biomasa; el pastoreo, a su vez, implica una pérdida de nutrientes que no alcanza a ser compensada por las entradas al sistema en forma de orina y heces.



Foto 1 Quema en un páramo durante la época seca.



Foto 2 Aspecto de un páramo después de una quema.



Foto 3 Panorámica del Parque Nacional Natural Chingaza.

Las características físicas de los suelos de páramos secos o húmedos presentan grandes diferencias entre sitios pastoreados y no pastoreados: La densidad aparente es mayor —mayor compactación atribuida al pisoteo continuo del ganado—, menor la estabilidad estructural, —menor la humedad y mayor la temperatura— con relación a sitios sin disturbio o con intensidades de moderadas a bajas.

Se encontró que la mayor cantidad de raíces se presenta en sitios con intensidad de disturbio intermedio, mientras que, en sitios con pastoreo intensivo donde la vegetación se ha transformado en un prado rasante, la cantidad de raíces disminuye notablemente.

Para los páramos el fuego es tan negativo como la ganadería

El impacto del fuego y la ganadería es muy negativo para la estructura y función del ecosistema páramo. El tema desarrollado es de la mayor pertinencia por tratarse de la investigación en un ecosistema estratégico, ambientalmente vulnerable y

prioritario en las políticas nacionales por los servicios ambientales que presta a la sociedad: agua, suelo, biodiversidad.

Los resultados de la investigación han sido difundidos a través de varias publicaciones, entre las que se cuenta un libro, tres artículos científicos internacionales, dos artículos científicos nacionales, dos artículos en las Memorias del Congreso Mundial de Páramos.

También fueron presentados en un Congreso Nacional, un Simposio Internacional, un Congreso Mundial y un Congreso Internacional. También, hubo formación de investigadores con 3 tesis de maestría y 4 tesis de grado.

Los conocimientos generados en el proyecto han sido útiles para que entidades como la Unidad de Parques Nacionales (MMAVDT), las `CAR`, las `ONG` y las instituciones educativas dispongan de nueva información para adelantar políticas que benefician la conservación de los páramos.



Foto 4 Transformación de la vegetación por efecto de 2 disturbios, quema y pastoreo. La cobertura vegetal del páramo se convierte en un prado.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. POSADA, C., CÁRDENAS, C. y VARGAS, O. (2002) Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de páramo húmedo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Ecotrópicos* 15(1): 49 - 58.
2. VARGAS, O., J. PREMAUER, y CÁRDENAS, C. (2002) Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Ecotrópicos* 15(1): 33 - 48.
3. PREMAUER, J. y VARGAS, O. (2004) Patrones de diversidad en vegetación pastoreada y quemada en un páramo húmedo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Ecotrópicos* 17(1-2)
4. VARGAS, O., PREMAUER, J. y ZALAMEA, M. (2002) Impacto de fuego y ganadería sobre la vegetación de páramo. Memorias del Congreso Mundial de Páramos. Paipa. Pp: 819-841. Ministerio del Medio Ambiente, CAR, IDEAM, Conservación Internacional.

Variaciones al sistema filtro anaeróbico de flujo ascendente humedal de flujo subsuperficial

Alternativa para tratar aguas residuales de pequeños y medianos municipios

El tratamiento de aguas residuales es un problema de saneamiento básico para gran parte de los municipios de Colombia, situación que influye directamente en la baja calidad de vida de sus habitantes. Para ser eficaces, las soluciones tecnológicas requieren de acciones sociales, como la participación de la comunidad que sufre problemas de carencia o baja calidad del agua.

Entidades responsables:
U. Tecnológica de Pereira,
Pereira, Facultad de Ciencias
Ambientales, Grupo de
Investigación en Agua y
Saneamiento
Pereira

Investigador principal:
Diego Paredes Cuervo

Co-investigadores:
Juan M. Castaño
Jhonniers Guerrero
Juan D. Villegas
Diana Salas
Claudia L. Trejos

Correo electrónico:
dipared@utp.edu.co

El enfoque clásico de saneamiento hídrico en zonas rurales, mediante el tratamiento de aguas residuales, ha sido la construcción de tanques sépticos —TS—, tecnología que se complementa con filtros anaeróbicos —FAFA—, que no ofrecen una solución suficiente y garantizada.

Con el proyecto se demostró que para aguas residuales domésticas diluidas, el sistema TS—FAFA no cumple con los requerimientos de remoción y descontaminación del D. 1594 / 84, por sus características de dilución, y debido a que las pequeñas localidades cuentan con sistemas de alcantarillado combinado y un alto porcentaje de infiltraciones.

Para ello, se analizaron algunas modificaciones a esta tecnología, incluyendo el uso de Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial —HAFSS— como tratamiento secundario y/o terciario, evaluando el comportamiento y la eficiencia de remoción de materia orgánica en un FAFA que utiliza guadua y trozos de caucho —llantas— como medio de soporte para el crecimiento bacteriano. También se evaluó el efecto que tres especies vegetales nativas tienen sobre el comportamiento de los HFS como tratamiento secundario y/o terciario, con escalamiento

de los resultados a la situación real del corregimiento de La Florida, en Pereira, y la determinación de las relaciones costo beneficio reales.

La investigación se ejecutó a escala piloto mediante el tratamiento de aguas residuales vertidas en el campus de la U. Tecnológica de Pereira / UTP. Después, en 2002, en el marco del convenio administrativo entre la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira y la UTP, se desarrolló el proyecto "Diseños definitivos de los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales en los centros nucleados y unidades habitacionales dispersas en la cuenca alta y media del Río Otún, mediante mecanismos de sensibilización, participación y apropiación comunitaria".

A partir de los resultados, se optimizó un sistema existente para el tratamiento de las aguas residuales en el centro poblado de La Florida, con 702 habitantes y 167 viviendas, de las cuales el 40% están conectadas a la red de alcantarillado combinado que transporta aguas residuales domésticas al sistema de tratamiento, antes conformado por un TS y un FAFA.



República de Colombia



Foto 1 Monitoreo efluente final planta de tratamiento.



Foto 2 Comparación cualitativa del afluente y efluente del sistema de tratamiento.



Foto 3 Panorámica general de los humedales sub-superficiales.

En el área, se adecuó un sistema de rejillas y desarenador previo al tanque séptico, se reemplazó el medio de los filtros anaerobios por aros de guadua y se construyeron 7 HAFSS con un área de 750 m². En estas unidades, se alternó el medio de soporte —grava y arena gruesa— y la especie vegetal sembrada —jengibre, papiro y typha—.

La planta de tratamiento optimizada se encuentra en operación desde diciembre de 2003, y se ha realizado el seguimiento respectivo para determinar la relación costo / beneficio, evaluar el impacto social y el compromiso de la comunidad con ésta. Con el sistema se remueve más del 90% de la carga contaminante con bajos costos de operación y mantenimiento.

El impacto del proyecto se debe tanto a la tecnología para tratar aguas residuales, como a la participación, organización y compromiso de la comunidad de La Florida. En efecto, los resultados pasaron de modelo piloto a escala real.

Mejor calidad del agua para la población de la región de Pereira

El saneamiento básico iniciado en la Cuenca del Río Otún, única fuente del acueducto de Pereira, contribuye mediante el uso de tecnologías sostenibles, a resolver la problemática de contaminación del recurso hídrico.

Este proyecto y la tecnología adaptada han sido beneficiosos para los habitantes de La Florida y Pereira, al disponer de agua para su abastecimiento. Progresivamente se aplicará en otras localidades.

En 2005, en la cuenca donde se encuentra asentada La Florida, se construyen dos nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales. La divulgación de los resultados y la participación de las instituciones permitieron que en otras localidades del Eje Cafetero se adelantaran procesos simila-

res con el acompañamiento del Grupo de Investigación.

La investigación, también, contribuyó a la formación en doctorado y maestría de 2 investigadores, en Alemania y en Colombia, y permitió el desarrollo de 6 tesis de pregrado de estudiantes de diferentes universidades.

Además, el proyecto ha tenido impactos verificables en la exitosa colaboración entre la universidad, el sector de servicios públicos y la autoridad ambiental.



Foto 4 Actividades de educación ambiental con niños de la zona de influencia del proyecto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. GUERRERO, J. (2003) Tecnología Apropiada para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en Pequeñas Localidades. Tesis Doctoral. U. Técnica de Berlín, Alemania.
2. GUERRERO, J. (2003) Modelo de Selección de Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Localidades. En: Memorias Seminario Internacional La hidroinformática en la gestión integrada de los recursos hídricos. Agua 2003. Cartagena, Colombia.
3. PAREDES, D. y GUERRERO, J. (2002) Humedales de Flujo Subsuperficial: Una alternativa para el Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeños y Medianos Municipios de Colombia. En: Memorias V Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Naturaleza y Conocimiento: Capital en Nuestras Manos. U. Industrial de Santander Bucaramanga, Colombia.
4. PAREDES, D. y GUERRERO, J. (2002) Limitaciones y Posibilidades de Tratamiento de Aguas Residuales mediante la utilización de Guadua. En: Memorias V Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Naturaleza y Conocimiento: Capital en Nuestras Manos. U. Industrial de Santander Bucaramanga, Colombia.

El flanco Oriental de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos

Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias

La investigación biológica, con la dimensión regional abordada por este proyecto en la vertiente de la Cordillera Oriental, no tenía antecedentes, seguramente por el aislamiento geográfico y las dificultades derivadas de los conflictos sociales que la afectan. El trabajo realizado por parte de los especialistas del Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental /GEMA, durante 125 días de trabajo de campo, mediante un muestreo de los diversos grupos taxonómicos seleccionados, es un esfuerzo científico que contribuye a la construcción de un mayor conocimiento biológico de la biodiversidad y a su inventario nacional.

Entidad responsable:
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos del Instituto Alexander Von Humboldt Bogotá, D.C.

Línea de investigación:
Exploraciones ecológicas para caracterización e Inventario de la Biodiversidad en Áreas Prioritarias en Colombia. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental /GEMA, Programa de Inventarios de Biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

Investigador principal:
Fernando Gast Harders

Co-investigadores
Aves:
Mauricio Álvarez
Ana María Umaña

Escarabajos:
Federico Escobar

Vegetación:
Humberto Mendoza

Geografía y fotointerpretación:
Héctor Villarreal

Correo electrónico:
fgast@humboldt.org.co

El proyecto se desarrolló mediante siete expediciones. El Instituto Alexander Von Humboldt movilizó y coordinó la participación de diversas instituciones nacionales e importantes entidades científicas internacionales, para estudiar y caracterizar la biodiversidad de esta región. Ello incluye 4 corporaciones autónomas regionales; 4 parques nacionales naturales, varias universidades, el Museo y el Instituto de Ciencias Naturales de la U. Nacional de Colombia; con el apoyo de entidades norteamericanas, como el Instituto Smithsonian, el Missouri Botanical Garden —para identificar muestras botánicas—, el Laboratorio de Sonidos Naturales de la U. de Cornell y el Museo de la Naturaleza de Canadá —para identificar cantos de aves y especies de escarabajos, respectivamente—.

can aspectos sobre las técnicas de muestreo empleadas y los aspectos relevantes de la vegetación y la fauna de la Serranía de Los Farallones de Medina, Cusiana, PNN Tamá, PNN Cordillera de los Picachos y Alto Putumayo-Territorio indígena Kofan y Alto Fragua. También se avanzó en la caracterización del paisaje.

Además, se elaboró la guía para identificar géneros de escarabajos coprófagos para Colombia; se hizo la recopilación sonora, en disco compacto, de más de 60 vocalizaciones de aves andinas; se creó el Banco de Sonidos de Animales /BSA, una base de datos digital con las vocalizaciones de cantos de aves de la Cordillera Oriental colombiana; se levantó el mapa de bosques andinos remanentes de la vertiente oriental de la Cordillera Oriental en escala 1:1.500.000, que se incorporó al Mapa General de Ecosistemas de Colombia —1:2.000.000—, publicado en 1998 por el Instituto Humboldt (Autor: A. Etter 1998).

Las caracterizaciones florísticas y faunísticas llevadas a cabo en la serranía de los Farallones de Medina, Cundinamarca, y en Alto Fragua, Caquetá, aportaron información biológica a la Unidad Ad-

Heramientas para conocer nuestra biodiversidad

Como parte de los resultados del proyecto se desarrolló un conjunto de materiales, entre ellos: 1 Manual de metodologías para realizar inventarios en plantas, aves, escarabajos; 5 videos, que desta-



Fotos 1-2 **Bosques en buen estado de conservación.** A la izquierda, intervención incipiente en el piedemonte de la Cordillera Oriental (650 m), al Oriente de la Sierra Nevada del Cocuy. A la derecha, bosque andino en una de las áreas de mejor estado de conservación. Cuenca alta del río Rumiyaco, Alto Putumayo.

Fotografías: Banco de Imágenes Ambientales. Unidad de Producción Audiovisual-UPA. Mauricio Salcedo y Francisco A. Niefo



Fotos 3-4 A la izquierda. Al fondo, bosques en las laderas orientales de la Serranía de Los Farallones de Medina, Cundinamarca. Hacia este sector fue ampliado recientemente el PNN Chingaza. A la derecha. Frutos de heliconia (o platanillo). Estas plantas tienen áreas de distribución más restringida en los Andes que en las tierras bajas de Colombia.

ministrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial /MMAVDT, para fundamentar y justificar la propuesta de ampliación del Parque Nacional Natural Chingaza hacia la Serranía Los Farallones de Medina y la creación del Parque Nacional Natural Alto Fragua-Indiwasi. También, se realizaron aportes sobre el estado de la biodiversidad de plantas, aves e insectos para la declaración del territorio de la Comunidad Indígena Kofan del Alto Putumayo.

Desarrollo de metodologías de evaluación y monitoreo del estado de conservación de la biodiversidad

GEMA fortaleció su capacidad para caracterizar la biodiversidad y realizar inventarios en zonas prioritarias y desarrollar metodologías de evaluación y monitoreo del estado de conservación de la misma en

Colombia en grupos biológicos focales. Se logró el refinamiento, consolidación y estandarización de metodologías de trabajo en los grupos biológicos de estudio —aves, plantas e insectos escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas—, lo que derivó en la publicación de un manual de métodos para inventarios de los mismos grupos.

Aportes al conocimiento sobre la biodiversidad, en grupos biológicos focales en diferentes ecosistemas

El programa de inventarios contribuyó, directamente, a generar información básica en los grupos estudiados —aves, plantas e insectos (escarabajos copró-fagos, hormigas y mariposas)— lo cual sustentó la edición del manual de métodos para inventariar esos grupos, ya mencionado.

Tales contribuciones incluyen la definición de la escala geográfica de interés; el

uso de uno o varios grupos de indicadores; el desarrollo de protocolos de muestreo estandarizados; la obtención de medidas de diversidad *alfa* —diversidad local—, *beta* —recambio de especies— y *gamma* —diversidad regional—, de forma conjunta y simultánea en las áreas de estudio para diferentes grupos taxonómicos.



Foto 5 Diglossa cyanea, especie típica de bosques andinos a partir de 1.800 m de altitud.



Foto 6 Pipreola riefferii (macho), especie común en los bosques de niebla de las tres cordilleras.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- ESCOBAR, F., LOBO, J.M., and HALFFTER, G. (2005). Altitudinal variation of dung beetle (*Scarabaeidae: Scarabaeinae*) assemblages in Neotropical mountains. *Global Ecology and Biogeography*.14, 327-337
- ESCOBAR, F., LOBO, J.M. and HALFFTER, G. (en revisión). Assessing the origin of Neotropical dung beetles (*Scarabaeidae: Scarabaeinae*) assemblages: the comparative role of vertical and horizontal colonization. *Journal of Biogeography*

Habitabilidad y calidad de las soluciones

Vivienda dirigida a sectores de bajos ingresos en Bogotá

La investigación al servicio de la solución de los problemas sociales —en este caso, la calidad de la vivienda en términos de habitabilidad para sectores de la población de bajos ingresos— manifiesta el compromiso social de los investigadores y de los grupos de investigación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con la realidad local y nacional.

Libro:
`Calidad de la vivienda dirigida a los sectores de bajos ingresos en Bogotá', Centro Editorial Javeriano /CEJA. (2003)

Entidad responsable:
Pontificia U. Javeriana, Facultad de Arquitectura y Diseño
Instituto Javeriano de Vivienda y Urbanismo /INJAVIU
Bogotá, D.C.

Investigadora principal:
Arq. Doris Tarchópulos Sierra

Co-investigadora:
Arq. Olga Lucía Ceballos

Correo electrónico:
dtarcho@javeriana.edu.co

Este estudio parte de reconocer la pérdida de importancia de la reflexión sobre el tema del diseño de la vivienda, desde los campos disciplinarios de la arquitectura y el urbanismo, deficiencia evidente en los tipos de alojamiento producidos a partir del cambio del papel del Estado como promotor de vivienda, al de facilitador de la oferta promovida por el sector privado, mediante el Subsidio Familiar de Vivienda.

Tradicionalmente, la necesidad de vivienda ha sido atendida en términos cuantitativos. Sin embargo, los problemas cualitativos relacionados con el diseño de las soluciones habitacionales son cada vez más agudos, lo que repercute en el deterioro de la calidad de vida de la mayoría de la población y en efectos negativos para la construcción de la ciudad.

Entre las consecuencias de esta situación se dan: En el caso de la vivienda nueva, la drástica transformación por parte de sus propietarios del diseño del inmueble recibido, lo cual da cuenta de la baja satisfacción de sus necesidades habitacionales; y, en el caso de mejoramiento subsidiado de la vivienda, no lograr las condiciones físico-espaciales favorables para el grupo humano que las habita.

En este orden de ideas, el proyecto se propuso construir y validar un modelo de análisis que permi-

tiera evaluar las condiciones de habitabilidad de las soluciones de vivienda dirigidas al rango de población con ingresos de cero a cuatro salarios mínimos mensuales, ejecutadas entre 1991 y 2000, mediante el estudio de la oferta normal y clandestina, legalizada y en proceso de consolidación, en las localidades de Ciudad Bolívar, Suba y Bosa de Bogotá, D.C. El concepto oferta `normal´ alude a los desarrollos de vivienda que cumplen con las disposiciones normativas de la ciudad y el de `clandestina´ a los que, por el contrario, se han realizado al margen de éstas.

En consecuencia, se planteó un *modelo de habitabilidad* que integra factores sociales, urbanísticos y arquitectónicos, a partir del cual se establecieron parámetros e indicadores para el *modelo de análisis*. Para su aplicación se seleccionaron y delimitaron casos que hubieran recibido el subsidio en cada una de las localidades propuestas, con el fin de analizar la habitabilidad en la vivienda nueva de origen normal, y el mejoramiento de vivienda en desarrollos de origen clandestino, al igual que la satisfacción residencial de los habitantes respecto a las condiciones urbanísticas y arquitectónicas.

Con su aplicación se puede obtener información que sirve para tomar decisiones sobre las políticas públicas en relación con la cualificación de la vivienda y la ciudad; y, también, conocer las debilidades



República de Colombia



Foto 1 Vista panorámica de barrios de origen clandestino. Bogotá.



Foto 2 Vista panorámica de barrio de origen normal. Bogotá.



Fotos 3-4 A la izquierda. **Barrio de origen normal.** Sierra Morena, Bogotá.
A la derecha. **Barrio de origen clandestino.** Brasília, Bogotá.

cuantitativas que deben ser atendidas durante los procesos de diseño, producción, adjudicación de las ayudas estatales y el financiamiento.

Un instrumento para evaluar la calidad de la habitabilidad de la vivienda, en términos físicos y sociales.

El estudio concluye que durante el período de análisis, la vivienda presenta deficiencias en su calidad, al no cumplir con las condiciones mínimas de habitabilidad. Esta situación se presenta en la producción de origen normal, pero es más significativa en la de origen clandestino que recibió subsidio para su mejoramiento. El desmejoramiento de la calidad obedece a la reducción de las características urbanísticas y arquitectónicas, como consecuencia de la ausencia de elementos conceptuales y técnicos que orienten los mecanismos de regulación de la habitabilidad en la producción de vivienda social.

La investigación —cuyo proceso contribuyó a la formación de nuevos investigadores—

produjo el libro *Calidad de la vivienda dirigida a los sectores de bajos ingresos en Bogotá*, Centro Editorial Javeriano /CEJA 2003, publicación que presenta los principales resultados al abordar fundamentalmente dos asuntos: la reflexión desde la arquitectura y el urbanismo sobre las características esenciales en términos formales, funcionales y constructivos, vinculadas con la habitabilidad, así como la evaluación cualitativa a partir de la satisfacción de las necesidades y expectativas habitacionales de los propietarios.

Con el conocimiento generado en el proyecto, se benefician las instituciones públicas y entes privados vinculados con la planeación, producción y financiamiento de vivienda social, en tanto que se cuenta con un modelo validado para su evaluación cualitativa. También es un aporte para la comunidad académica, en cuanto se propone una nueva reflexión sobre el problema de la habitabilidad que puede nutrir la investigación, la docencia y los servicios.

Los aportes teóricos y prácticos del estudio son relevantes por la importancia de la vivienda en la construcción de la ciudad y en la cimentación del patrimonio familiar de

los colombianos. Sean cuales fueren los modos de producción y los esquemas de participación pública / privada, la posibilidad de definir unos niveles de calidad y de evaluar su cumplimiento, representa un avance en la construcción de una sociedad justa e igualitaria.



Foto 5 **Barrio de origen normal.** Plamonte, Bogotá.



Foto 6 **Barrio de origen clandestino.** Lisboa, Bogotá.

Procesos de metropolización

Perfil de las ciudades en la ecorregión del Eje Cafetero

Los procesos de metropolización en América Latina no se han acompañado de mejoras en la calidad de vida de la población. Por el contrario, el crecimiento urbano y la conurbación evidencian deterioro en los indicadores de desarrollo humano y visible desequilibrio entre las ciudades núcleo y los municipios que orbitan a su alrededor.

Libros:

RODRÍGUEZ, G. y ARANGO, O.
Editores. (2004)
Ciudad Región Eje Cafetero.
Hacia un desarrollo sostenible.
Alma Mater-COLCIENCIAS.
Manizales

CASTAÑO, V. y otras. (2005)
Perfil ambiental urbano del
conglomerado Pereira,
Dosquebradas, Santa Rosa de
Cabal, La Virginia y Cartago.
Una aproximación al análisis
de los fenómenos
supramunicipales.
U. Tecnológica de Pereira

Entidad responsable:
Red de Universidades Públicas
del Eje Cafetero, Alma Mater

Investigadores principales:
Gladys Rodríguez (q.e.p.d)
Oscar Arango

Co-investigadores:
Nancy Ayala
Alba Inés Pareja
Samuel Guzmán
Jahir Rodríguez
Oscar González
Luz Helena Hernández
Vanessa Castaño
Nolberto Díaz
Jorge Trejos

Correo electrónico:
osarango@epm.nef.co

Colombia refleja esa tendencia, razón por la cual toman fuerza en nuestro contexto diversos conceptos que nutren la investigación socio ambiental, tales como "ciudad región", "ecorregión", "área de desarrollo territorial", entre otros.

El presente proyecto se centró en las principales tendencias de la "ciudad región" como elemento organizador de la red urbana y suburbana en el Eje Cafetero, en el centro-occidente del país. Con tal objetivo, se desarrolló una metodología específica para estudiar el perfil ambiental urbano de 15 municipios en 3 departamentos que integran el estudio —Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida y Montenegro, en el Quindío; Manizales, Chinchiná, Villamaría, Palestina y Neira, en Caldas; Pereira, Dosquebradas, La Virginia y Santa Rosa, en Risaralda; y Cartago, en Valle—, para comprender integralmente su interrelación rural-urbano-regional.

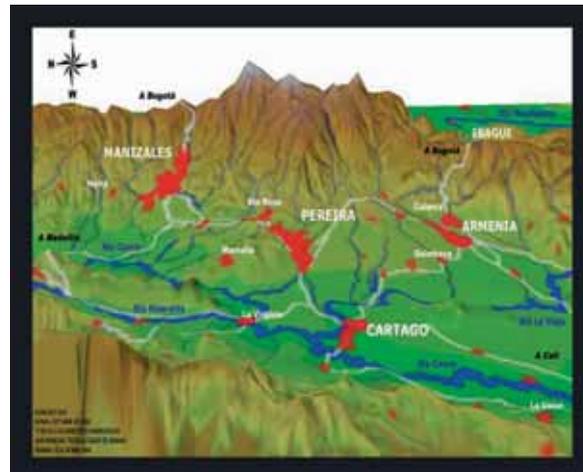
La particularidad del concepto de "Ciudad Región Eje Cafetero" es que no se trata, como en los casos de Bogotá o Cali, de una ciudad que absorbe como esponja los municipios circunvecinos y los despoja de toda autonomía, sino de la articulación de tres conglomerados metropolitanos que buscan la ruta de los reequilibrios territoriales en donde puedan estar presentes, simultáneamente, la especialización y la complementariedad de funciones.

Así, el aporte teórico y metodológico más importante del proyecto es la comprensión y aplicación del concepto ciudad-región desde esta realidad específica —que hoy se utiliza como categoría en la planificación territorial y en la investigación urbano-regional— de especial valor para el ordenamiento de unidades territoriales fuertemente urbanizadas, con estrecha relación y alto grado de conexión con otras regiones en el ámbito nacional e internacional.

Bases para el ordenamiento urbano y nuevas formas de ocupación del territorio

El proyecto analizó la red de ciudades en proceso de metropolización en la ecorregión del Eje Cafetero como parte de la Red Urbana Nacional, a partir de la identificación de los perfiles ambientales urbanos de las 15 ciudades objeto de estudio.

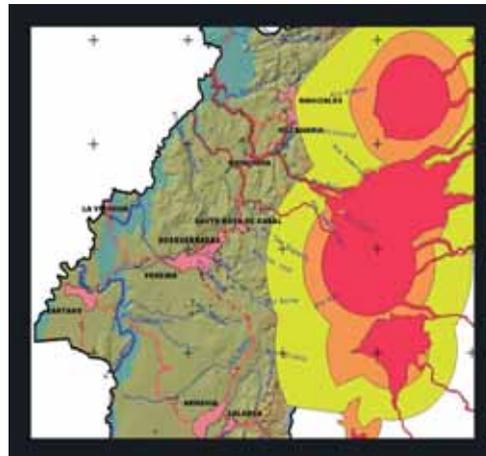
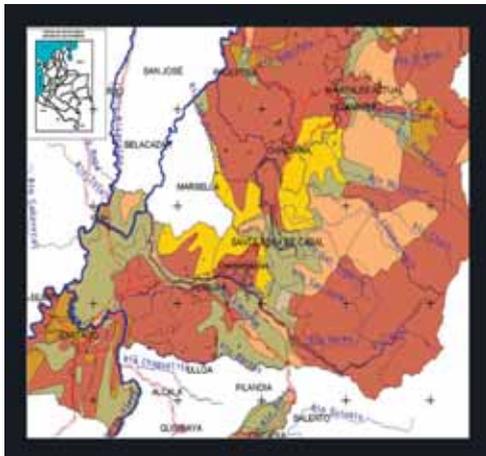
Específicamente, el proyecto identificó los hechos comunes de orden metropolitano y elementos que estructuran "región" —a partir de visiones urbano-regionales, de productividad y competitividad económica propuestas por las ciudades que conforman ese corredor—, así como las dinámicas demográficas y los factores que las condicio-



Mapa 1 Zona referenciada. Cordillera Central y ubicación de principales ciudades de influencia.



Mapa 2 Base. Área de estudio. En color rojo, las cabeceras municipales.



Mapas 3-4 A la izquierda. **Conflictos en el uso del suelo.** En color rosado, las zonas con sobreutilización severa; en ocre, las zonas sin conflicto. A la derecha. **Amenaza volcánica.** En color rojo, las zonas de mayor amenaza; en amarillo, las de menos afectación.

nan: Migración, desplazamiento, segregación o marginalidad frente a las posibilidades de equidad e integración social. A la vez, reconoció el modelo de organización actual de sus conglomerados, y las estructuras propuestas por los planes de ordenamiento territorial y su correspondencia con las restricciones ambientales de cada ciudad.

Los planificadores ahora disponen de mejores herramientas conceptuales

Con ello, identificó las relaciones funcionales existentes entre los municipios y sus áreas de influencia sobre zonas con procesos de metropolización, así como las relaciones y complementariedades regionales.

También, estudió el capital ambiental urbano de estos conglomerados y el impacto ambiental local y supramunicipal de las actividades urbanas, reconociendo los elementos determinantes, las estructuras urbanas y las formas de uso y ocupación del territorio.

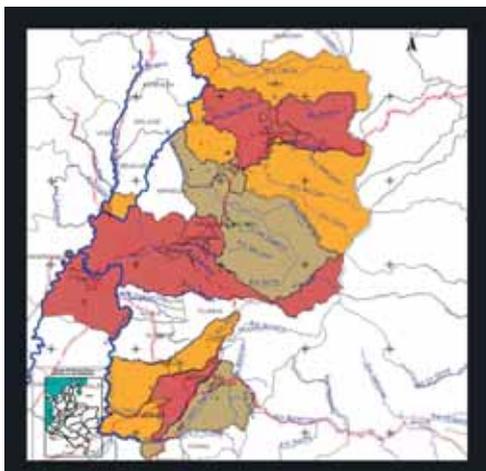
Los resultados del proyecto son utilizados por los planificadores y autoridades de los municipios de la Ciudad Región Eje Cafetero, que ahora disponen de herramientas y elementos conceptuales para formular y adoptar los planes en los aspectos relacionados con el ordenamiento urbano y las nuevas formas de uso del territorio. Con más y mejor documentación, hoy se dispone de información geo-referenciada que complementa bien la tarea planificadora.

Como parte integrante de la eco-región Eje Cafetero, la planificación de la Ciudad Región debe incorporar el conocimiento generado en diferentes proyectos de investigación y garantizar un manejo sostenible de los recursos naturales en función de las necesidades de las poblaciones de hoy y del futuro. Con las publicaciones y sus respectivos soportes técnicos y documentales se espera retroalimentar los ejercicios de docencia, investigación y extensión en los diferentes niveles educativos y de servicio a la comunidad académica, en la región y el país.

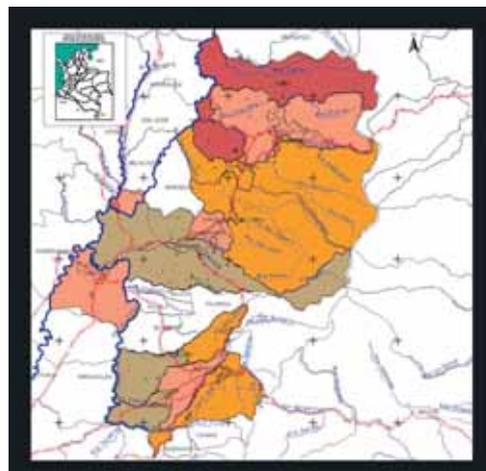
El proyecto, sus resultados y conclusiones han servido de base en los procesos de planificación regional y de toma de decisio-

nes en los municipios estudiados. En especial, se dio una valiosa retroalimentación al revisar y ajustar los planes y esquemas de ordenamiento de la Ley 388/97, se avanzó en los enfoques académicos, mediante la comprensión del concepto 'ciudad región', y aseguró el impacto regional del proyecto, al orientar los procesos de planificación municipal en la región.

A la vez, se asumió el conocimiento de los procesos sociales y culturales de transformación del hábitat urbano como un componente sustancial en la construcción de la ecorregión, y se dieron a la comunidad académica nacional nuevos insumos para mejorar la comprensión de la realidad urbana y los principales desafíos para avanzar en la gobernabilidad democrática y la calidad de vida.



Mapa 5 Estudio de población (en miles de hab). En rojo, entre 130-470; en café entre 70-90; en naranja, entre 26-44.



Mapa 6 Tasa de urbanización. En rojo, 50%; en naranja entre 50-79%; en café entre 80-89% y rosado >90%.

Tendencias recientes de ocupación territorial

Manifestaciones físicas del fenómeno de metropolización de la Región Bogotá-Sabana

Cerca de 12 millones de personas habitan la región articulada funcionalmente a Bogotá, D.C. La ciudad interactúa estrechamente con 296 centros urbanos y tiene vínculos con la totalidad del territorio nacional, lo cual le asegura el acceso a gran número de bienes y servicios, justamente, por ser la urbe más globalizada del país.

Entidades responsables:

U. de los Andes /CEDE,
Gobernación de
Cundinamarca, Cámara de
Comercio de Bogotá,
Lincoln Institute of Land Policy
Bogotá, D.C.

Investigadores principales:

Carolina Barco de Botero
Rodrigo Cortés

Co-investigadores:

Oscar Alfonso
Arturo Ardila
Fernando Arias
Juan C. del Castillo
María M. Maldonado
Juan L. Rodríguez
José Salazar
María C. Vejarano

Expertos nacionales:

Liliana Bonilla
Samuel Jaramillo

Expertos internacionales:

José M. Ezquiaga
Vincent Renard
Alfonso Vegara

Coordinadores:

Sandra Samacá,
Tatiana Urrea
Alex Maestre
Jorge Valencia

Correo electrónico:

rmcortess@unal.edu.co

Los anteriores factores hacen que en la Sabana de Bogotá se den diversos y complejos procesos urbanísticos de masificación y aglomeración, que llaman la atención de los investigadores especializados en temas de ordenamiento y ocupación territorial.

‘Bogotá-Sabana: un territorio posible’, un estudio de la U. de los Andes, identificó las nuevas formas de ocupación, mientras que el presente proyecto avanzó en la comprensión e identificación de las manifestaciones físicas del fenómeno de metropolización de la Región Bogotá-Sabana, para plantear las hipótesis que explican este comportamiento e identificar los factores que más influyen en su evolución espacial reciente.

Con base en el análisis estructural del territorio y de las relaciones primarias de la ciudad con la región y el país, se caracterizaron tanto el medio natural como la distribución de la población, las actividades, la infraestructura y los asentamientos.

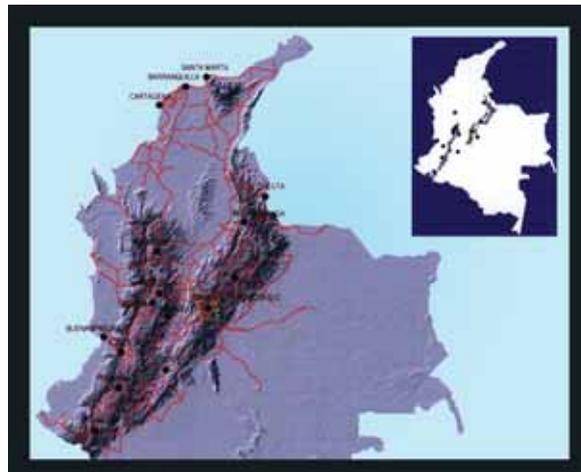
Con tal propósito, el estudio identificó y caracterizó el comportamiento —localización, interrelaciones, dependencias— de los principales elementos que evidencian el proceso de metropoliza-

ción; y, exploró la dimensión regional como una perspectiva para entender esta ciudad, formular un marco de análisis de ese fenómeno y plantear nuevas hipótesis explicativas y herramientas metodológicas para comprender los procesos de la ciudad-región.

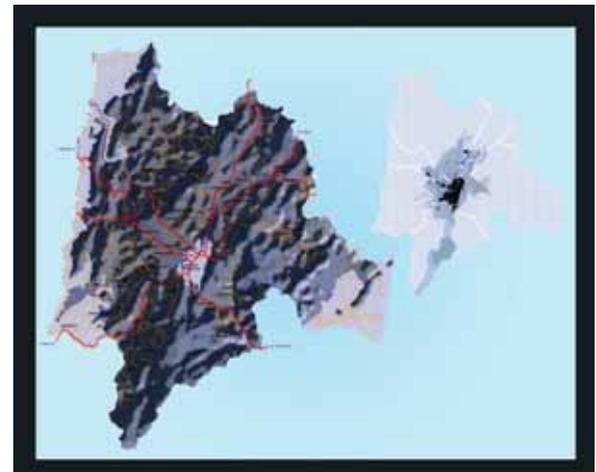
Además, el proyecto identificó los elementos relevantes del proceso; construyó las bases estadísticas y la planimetría necesarias para ilustrar la metropolización y caracterizó sus componentes: Formas y magnitudes, estructuras, relaciones, etc.

Visión integrada de lo que ocurre en Bogotá y su área de influencia

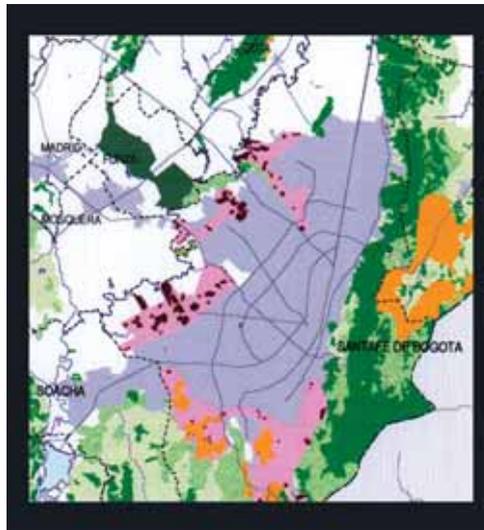
El proyecto facilitó la visión integrada de lo que ocurre en Bogotá y su área de influencia, en términos de su estructura territorial y rasgos morfológicos, como la ‘...formación de una aglomeración urbana de alcance nacional, aún monocéntrica, que ha ido tejiendo, precariamente, un sistema relacional entre el núcleo principal de la estructura (Bogotá) y los demás espacios regionales, una red de asentamientos urbanos de diversa jerarquía, un espacio agrícola muy fragmentado, suburbios y ocupaciones periurbanas cercanas a la ciudad



Mapa 1 Red Nacional de ciudades. Fuente: DNP. 1999.



Mapa 2 Red vial y sistemas naturales. En color rojo, vías nacionales; en amarillo, departamentales; en azul, red férrea. Fuente: DANE. 1993.



Mapas 3-4 A la izquierda. **Modelo de ordenamiento territorial.** Principales convenciones: En tonos verdes, el medio natural; en círculos, centros y cabeceras; líneas punteadas, sistema de relaciones; en amarillo, áreas de conurbación. Fuente: CAF-CEDE, UNIANDES, DAPD. 1999. A la derecha. **Conflicto en la planeación.** Algunas convenciones: En color naranja, vivienda en zonas protegidas; en azul, zonas urbanas; en rosado, zonas de barrios clandestinos; en verde oscuro, bosque nativo; en verde claro, zonas protegidas. Fuente: Base cartográfica DANE. 1993.

núcleo, y un borde natural de cerros que cierran la sabana y que tiene una función ecológica predominante...´.

De esta visión relacional de Bogotá como ciudad-región en el presente, se desprenden, luego, las posibles tendencias de ocupación del territorio.

La pertinencia del proyecto y el impacto de sus resultados se evidencian en el aporte a la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá /POT, sobre la base de la información y los análisis obtenidos.

Otros resultados del proyecto incluyen una publicación internacional conjunta con el Lincoln Institute of Land Policy, 3 publicaciones nacionales, la organización de un congreso internacional, la realización de 3 talleres organizados por la Gobernación de Cundinamarca y la U. de los Andes, dirigidos a alcaldes, funcionarios de Planeación Distrital y municipal, relacionados con la elaboración de los planes de ordenamiento municipal, y la presentación en CD

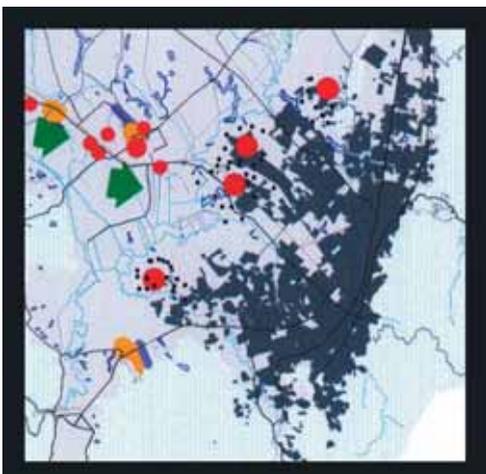
de la información y el levantamiento de planos generados en desarrollo del proyecto.

Mejores procesos de planificación regional y urbana

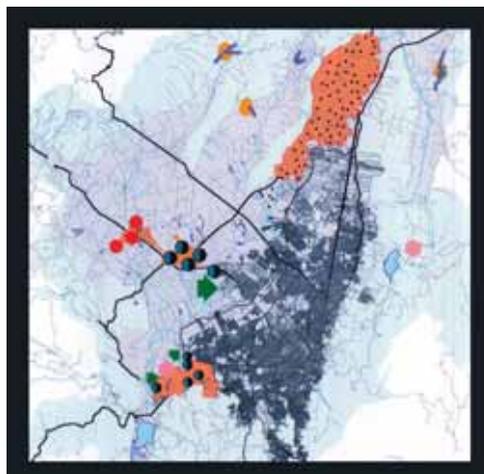
Los procesos de masificación y aglomeración social y urbana en Bogotá y las demás ciudades del país son muy complejos, y para su solución se requiere, además de una planificación eficiente, oportuna y anticipatoria, el aporte del conocimiento científico de grupos de investigadores especializados en urbanismo, territorialidad, regionalización y globalización, y otros temas.

Los resultados del proyecto han sido de gran utilidad para el personal de las oficinas de planeación, en especial del Distrito Capital y de los municipios localizados en el área de influencia de la ciudad e incluidos en el proyecto, afectando positivamente sus decisiones en los procesos de planificación regional y urbana en sus aspectos financieros, presupuestales y administrativos.

Este proyecto, además de ofrecer elementos estratégicos para la toma de decisiones institucionales, facilita la comprensión estructural y relacional de los hechos básicos de Bogotá como ciudad-región. Por extensión, estos resultados podrán ser aplicados en otros municipios, ciudades y áreas región del país.



Mapa 5 Esquemas de crecimiento 1970-1980. Se destacan, en puntos rojos, los nuevos centros de urbanización.



Mapa 6 Esquemas de crecimiento. 1990-2000. Se destaca, en color naranja, el desborde del límite urbano.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. CEDE-Uniandes, Bogotá-Sabana, un territorio posible. Cámara de Comercio de Bogotá, Bogotá. (1998)
2. Corporación Andina de Fomento, Departamento Administrativo de Planeación Distrital, Centro de Estudios de Desarrollo Económico / CEDE, de la U. de los Andes. Aproximaciones a las directrices de ordenamiento territorial para Bogotá y la región, Alcaldía de Bogotá / DAPD, Bogotá. (2000)
3. Departamento Administrativo de Planeación Distrital, Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, Documento técnico de soporte, Bogotá. (2001)

Vertimientos pecuarios y domésticos

Biodigestores plásticos de flujo continuo para descontaminación productiva del agua

La demanda de agua dulce en el mundo está en constante aumento debido al crecimiento de la población. La situación tiende a ser crítica en algunas zonas, y se pronostica que en el futuro se presentarán conflictos para asegurar la provisión de este elemento fundamental para la vida. Otro factor que contribuye al problema es la contaminación de fuentes hídricas por las mismas actividades humanas.

Premios:
Mención de Honor, Premio Alejandro Angel Escobar, Área de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá. (2001)

Libro:
"Biodigestores plásticos de flujo continuo: Investigación y transferencia en países tropicales" CIPAV. Cali. (2002)

Entidad responsable:
Fundación Centro para la Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria /CIPAV Cali

Línea de investigación:
Sistemas de Descontaminación Productiva

Investigadora principal:
Gloria Ximena Pedraza

Correo electrónico:
cipav@cipav.org.co

En las zonas rurales, la producción agropecuaria causa impactos negativos sobre las fuentes hídricas, principalmente, por la deforestación, el uso de agroquímicos y el vertimiento de residuos líquidos en las fuentes de agua. Por otra parte, las viviendas rurales, que en su mayoría no poseen sistemas de tratamiento de aguas residuales, inciden en la contaminación. Como consecuencia, diversas fuentes de agua no pueden ser utilizadas o causan enfermedades a quienes las usan, principalmente a la población infantil.

Descontaminación con biodigestores, canales con plantas acuáticas y cultivos asociados

Los métodos para controlar la contaminación disponibles en las zonas rurales son, por lo general, muy costosos y, sin un apoyo económico, no pueden ser adoptados por la población.

El sistema de descontaminación productiva adaptado por CIPAV está conformado por biodigestores, canales con plantas acuáticas y cul-

tivos asociados, y tiene como principales ventajas su bajo costo y la posibilidad de generar productos útiles en la finca, como combustibles, forrajes y abonos, que pueden sufragar los costos de implementación.

Los biodigestores plásticos de flujo continuo empleados en el sistema son dispositivos donde la materia orgánica sufre fermentación anaerobia, generando un combustible conocido como biogas.

El biogas puede ser utilizado para calentar instalaciones pecuarias, cocinar alimentos y generar electricidad por medio de motores, al sustituir parcialmente el combustible diesel. Este procedimiento, reduce entre un 80 y 90% la materia orgánica residual.

Una vez separada la materia sólida del agua, esta se puede tratar con plantas acuáticas como el buchón de agua —*Eichhornia crassipes*—, la lemna —*Lemna sp.*— y salvinia —*Salvinia sp.*—, proceso que reduce aún más la carga contaminante y genera biomasa de plantas que puede ser usada en la alimentación animal o como abonos verdes.



Foto 1 Visita de productores. Biodigestor plástico de 10 m³. Finca Altamira, Felidia, Cali, Valle del Cauca.



Foto 2 Biodigestores paralelos para tratamiento de aguas de origen porcino. Finca Cien Años de Soledad, Rionegro, Antioquia.



Fotos 3-4 A la izquierda. **Biodigestor de 10 m³ en geomembrana de PVC.** Escuela de la vereda de Alto Bonito, Manizales, Caldas. A la derecha. **Biodigestor plástico tipo CIPAV para tratamiento de aguas de origen porcino de 15 m³.** La Quisquina, Palmira, Valle del Cauca.

Finalmente, a estos canales se asocian cultivos forrajeros o de árboles frutales que aprovechan los sólidos generados en los canales. Las aguas tratadas son útiles para fertilizar estanques piscícolas o riego de cultivos.

Biodigestores colombianos adecuados a las condiciones tropicales

Durante el curso de la investigación, se ajustó el tamaño de los biodigestores a las condiciones tropicales colombianas, se probaron materiales más resistentes y se determinaron los parámetros de diseño de los canales de plantas acuáticas. Los ajustes realizados contribuyeron a reducir el tamaño y costo del sistema y permitieron hacer recomendaciones apropiadas a nuestro contexto. Además, el sistema se probó en el tratamiento de aguas servidas domésticas.

La tecnología desarrollada por el proyecto benefició directamente a los campesinos y agroempresarios del área de influencia de CIPAV en el Valle del Cauca, en especial a pequeños y medianos empresarios del campo con escasos recursos para invertir en tecnologías sofisticadas.

La difusión de la experiencia de investigación a través de giras, visitas de intercambio y talleres teórico-prácticos, ha permitido adoptar esta tecnología en otros departamentos como Quindío, Caldas, Antioquia, Cundinamarca y Santander.

Tecnología accesible para el pequeño empresario del campo

El sistema fue destacado por las Naciones Unidas como una innovación tecnológica aplicable en países del tercer mundo.

CIPAV se ha preocupado porque las comunidades rurales se apropien del co-

nocimiento y las tecnologías generadas, que se caracterizan como soluciones acordes con las necesidades específicas de los campesinos y agricultores.

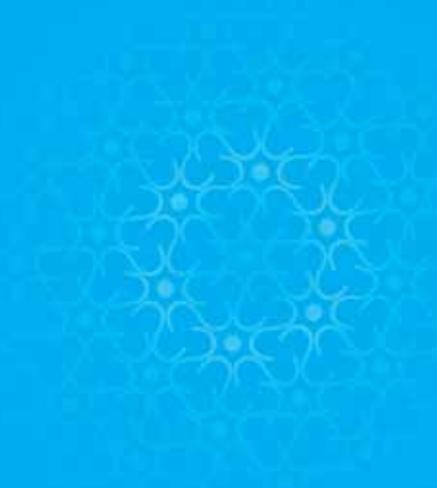
Estas tecnologías tienen un impacto positivo regional en términos de mitigación de la contaminación ambiental y de mayor sostenibilidad en el uso del recurso agua.



Foto 5 **Calentador para lechones.** La Quisquina, Palmira, Valle del Cauca.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. PEDRAZA, G.X., CHARÁ, J.D., CONDE, N., GIRALDO, S. y GIRALDO, L. (2002) Evaluación de biodigestores en geomembrana (PVC) y plástico de invernadero en clima medio para el tratamiento de aguas residuales de origen porcino. *Livestock Research for Rural Development*. v.14, p.1-19.
2. PEDRAZA, G.X., MENDEZ y CAZARÍN, M.D., PRESTON, T. y ESQUIVEL, R. (2002) Aspectos importantes al introducir biodigestores en explotaciones lecheras a pequeña escala. *Livestock Research for Rural Development*. v.14, n.3.



El video argumental como herramienta en la enseñanza de las ciencias. El arte de la ciencia: Galileo Galilei	pág.	116
Situación del estudiante universitario indígena, necesidades y perspectivas. Un estudio en Antioquia y Chocó	pág.	118
Atlántida. Adolescencia y escuela: Una mirada desde la óptica de los adolescentes de educación secundaria en Colombia	pág.	120
Estudio comparativo de diversas modalidades de educación media no académica	pág.	122
Bases para el avance de la historia comparada de la Educación en Iberoamérica	pág.	124
Ambiente computarizado para el aprendizaje autodirigido del Diseño: ACA2	pág.	126
Entre textos: Mecanismos de influencia educativa en la enseñanza y aprendizaje de la comprensión de textos escritos en experiencias innovadoras de educación primaria del Valle del Cauca	pág.	128

Programa Nacional de Estudios Científicos en Educación

EDUCAR EL EDUCAR: EDUCACIÓN PARA LA VIDA Y LA AUTONOMÍA.

***Educación para transformar* este parece ser el mayor imperativo de la sociedad colombiana. Tanto el conocimiento como la educación son recursivos. Se requiere de conocimiento para producir conocimiento, así como se requiere de educación para producir educación.**

Juan José Plata Caviedes

De hecho, hay una relación muy estrecha entre conocimiento y educación. Para llegar a convertirnos en una sociedad y una economía del conocimiento se necesitan profundas transformaciones en el sistema educativo. En buena parte estas transformaciones son posibles a partir de la investigación en y sobre educación.

No hay posibilidad de desarrollo humano sin educación de calidad. No hay educación de calidad sin investigación. Las investigaciones tanto en la educación como sobre la educación han sido posibles gracias a la consolidación de una comunidad de investigadores en el tema. Una sociedad puede definirse a partir del estudio del devenir de sus instituciones educativas.

A continuación, el presente documento presenta una muestra de los esfuerzos realizados por los grupos de investigación en el ámbito de los estudios científicos de la educación.

Se han incluido estudios relacionados con los aprendizajes de competencias comunicativas, los estilos de aprendizaje, la cultura escolar y los retos de las nuevas tecnologías en el aprendizaje de las ciencias, entre otros. Trabajos como *Atlántida*, que permitieron recrear la cultura que se vive en la escuela por los niños, niñas y jóvenes en las diversas regiones del país. Así mismo,

investigaciones sobre la historia de la educación en Iberoamérica. Trabajos que dan cuenta tanto de lo que pasa con la infancia y la juventud en el medio escolar hoy, como con el devenir histórico de las instituciones educativas.

Las necesidades de políticas públicas diferenciales tanto para comunidades étnicas como para el trabajo se destacan en sendos trabajos. Sin duda, el reconocimiento de la diversidad étnica, así como las necesidades de ofrecer alternativas a los jóvenes, ameritan trabajar en estos temas.

Las competencias comunicativas, el desarrollo de habilidades de escritura y comprensión, la incorporación de las nuevas tecnologías de información y comunicación para el desarrollo de habilidades comunicativas se constituyen en temas básicos en la aldea global. Por último, tanto los trabajos sobre historia de la ciencia, su novedad y aportes pedagógicos, como las opciones de los aprendizajes mediados por las tecnologías de información y comunicación, contribuyen con la formación del espíritu científico.

El video argumental, herramienta en la enseñanza de las ciencias.

‘El arte de la ciencia: Galileo Galilei’

La ciencia es parte fundamental de la cultura de los ciudadanos de hoy, no sólo porque nos movemos en un entorno tecnológico y las decisiones sociales deben apoyarse cada vez más en el conocimiento, sino porque ella promueve la argumentación, la recuperación de la historia y la responsabilidad que se deriva de pensar de antemano en las acciones y sus consecuencias. Estos aspectos son definitivos en la construcción de una sociedad democrática.

Libro:
‘Galileo: El arte de la ciencia’
Carlos Augusto Hernández.
(2004) Bogotá

Investigador principal:
Carlos Augusto Hernández

Co-investigadores:
Juliana López Carrascal
Alejandro Jaramillo

Dirección de los videos:
Franz Biberkopf
Federico Hernández

La apropiación de la ciencia por parte de la sociedad requiere traductores y difusores, formados en la cultura de la imagen, capaces de despertar el interés de jóvenes y niños por los temas y problemas de la ciencia.

En este contexto, el video argumental aparece como una herramienta educativa innovadora que utiliza creativamente la imagen en movimiento para socializar el conocimiento científico y permite presentarlo no sólo como una aproximación sistemática a la naturaleza que genera descubrimientos asombrosos sino, también, como una práctica social.

Esta investigación, que indagó sobre el uso del video argumental en la enseñanza de las ciencias, realizó una serie de 5 capítulos que combinan el análisis de problemas con escenas históricamente ambientadas sobre la vida y la obra de Galileo Galilei, fundador de la ciencia experimental moderna. También, produjo un libro de apoyo al trabajo de los docentes: ‘Galileo: el arte de la ciencia’ y la página Web: www.galileogalilei.unal.edu.co

‘Galileo: El arte de la ciencia’ es un relato televisivo interesante y entretenido cuyo énfasis argumental lo diferencia de otros materiales que emplean el género documental. La mezcla de animación e historia de ficción hace llamativos los contenidos científicos que suelen ser áridos,

mostrando al espectador que las matemáticas no son sólo un tema académico, sino que sirven bellamente para comprender el mundo.

El enfoque histórico adoptado hace explícitas las conexiones entre ciencia y cultura, ciencia y arte, ciencia y filosofía, ciencia y poder, y plantea de manera accesible a maestros y alumnos problemas epistemológicos como el uso del lenguaje matemático en el estudio de la naturaleza y el método de la ciencia experimental. El proyecto fue financiado por COLCIENCIAS, la U. Nacional de Colombia y la Fundación Mazda para el Arte y la Ciencia.

Medios y métodos que invitan a aprender de manera divertida, desprevenida

Aprender es la actividad más enriquecedora que existe. Pero, frecuentemente, el contexto pedagógico y los recursos utilizados distancian la ciencia de los intereses de los estudiantes.

Por esta razón, es de vital importancia usar medios y métodos que los motiven a aprender de manera divertida, desprevenida, con recursos audiovisuales que atraigan y que sean accesibles en lo cotidiano, como los dibujos animados y las historias de ficción.

Correo electrónico:
caauh@yahoo.com

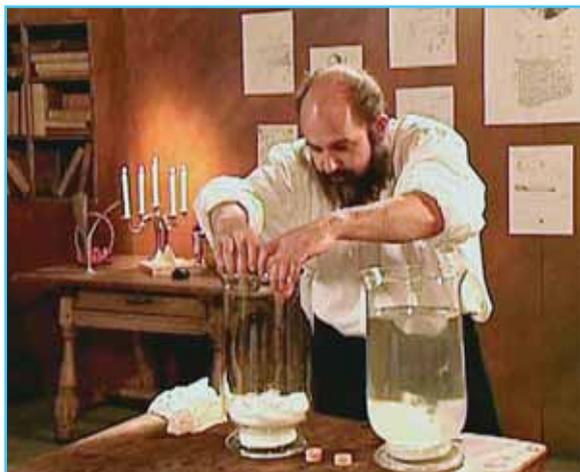
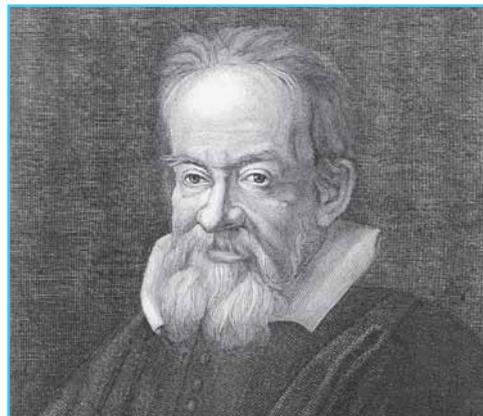
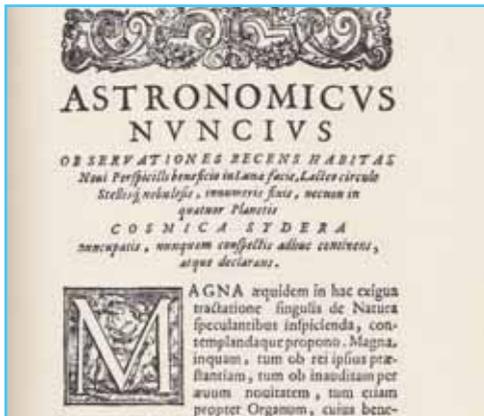


Foto 1 Video 3 El Método. Experimento de la caída. Representación.



Foto 2 Video 4 Las matemáticas y el mundo. Galileo y Guiducci, representados por A.Valdiri y A. Jaramillo.



Fotos 3-4 A la izquierda. Sidereus Nuncius de Galileo (fragmento de la primera página del texto publicado en 1610). A la derecha. Galileo Galilei, ilustración de G. Mancion J., 1875, cuadro ubicado en la Biblioteca Barberini.

El proyecto contribuye al aprendizaje lúdico, recreativo y productivo de conceptos y estrategias de trabajo en la ciencia. Los resultados de este esfuerzo se reflejan en la serie de 5 en formato digital, dirigidos a divulgar aspectos importantes de la vida y el trabajo de Galileo: 'El telescopio', 'El cielo y el arte', 'El método', 'Las matemáticas y el mundo' y 'El juicio'.

Estos videos han sido emitidos por Señal Colombia y por canales regionales como Teleantioquia y Telepacífico y han sido incluidos en las maletas culturales para canales comunitarios, dentro del proyecto de la Comisión Nacional de Televisión, el Ministerio de Cultura y el Canal 13. También, se concedió permiso de transmisión a Estudios Red Guaraní, una cadena de televisión de Paraguay.

Además, los videos se tomaron como base para realizar talleres con grupos de docentes y con estudiantes de grados 10 y 11 y se socializaron en distintas universidades del país, en el Instituto Tecnológico de Monterrey, México, y en espacios abiertos al público en general, como la Feria del Libro 2004 y el Planetario Distrital, en Bogotá.

Actualmente, se adelanta un trabajo basado en la serie, con docentes de enseñanza media, con el apoyo de la Secretaría de Educación de Bogotá y la U. Nacional.

Opción educativa para captar la atención de los jóvenes

Los primeros beneficiarios del proyecto han sido los docentes que han conocido los materiales y trabajan con ellos. Y, dado que la televisión llega prácticamente a todos los hogares del país y que sus mayores usuarios son los jóvenes, la emisión de la serie en canales nacionales y regionales, se convierte en una opción educativa idónea para captar la atención de la población referida, mediante la mezcla constante de realidad y fantasía, humor y suspenso, sin pérdida de rigor científico.

El juego visual de las animaciones en 2D y 3D da forma y presencia a los contenidos científicos e históricos de una época revolucionaria y cargada de belleza, como fue el Renacimiento. El carácter del material producido (los 5 videos, el libro y la página web) permite su utilización por parte de las universidades y colegios, en todos los niveles de la educación.

Se espera, además, que los videos continúen difundiéndose a través de los canales públicos y privados de televisión. Al mostrar que la ciencia puede presentarse de manera innovadora, a través de las imágenes y la historia, para interesar especialmente a niños y jóvenes, el proyecto hace un importante aporte al mejoramiento de la educación.

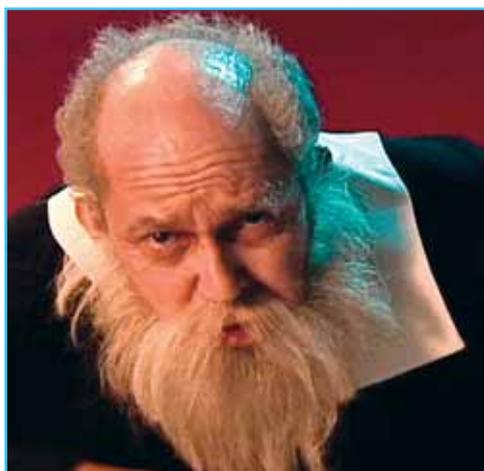


Foto 5 Video 5 El juicio. Galileo, representación.

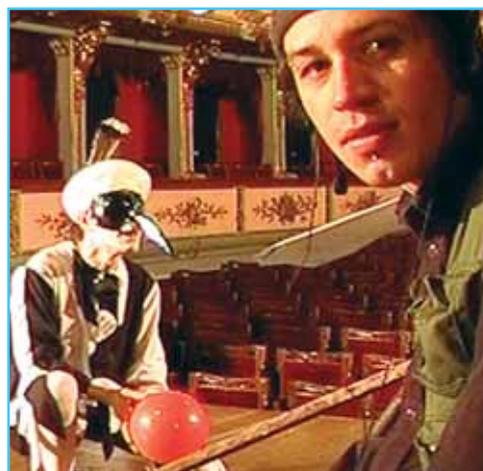


Foto 6 Franz Biberkopf (Federico Hernández), director de los videos.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

- JARAMILLO, A. (2005) Video argumental y educación en ciencias: una relación paradójica, en Comunicar, Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación, Andalucía.

La formación académica avanzada de los indígenas

Necesidades y perspectivas de indígenas en las universidades

Libro:

‘Voces Indígenas Universitarias: Expectativas, vivencias y sueños’. Publicado por el Grupo DIVERSER de la U. de Antioquia con apoyo de COLCIENCIAS, IESALC-UNESCO y otras entidades.

Entidades responsables:
Medellín

U. de Antioquia - Grupo de Investigación Diverser:
Carlos Chepe, Rosa Juliana Uicué (Nasa); Edgar Jacanamijoy (Inga); Jorge Motato (Embera Chamí-Caldas); Alba Lucía Rojas, Lucía Bustamante y Mari Felly Gaitán

Licenciatura en Etnoeducación, Convenio Organización Indígena de Antioquia / OIA, Instituto Departamental para la Educación Indígena / INDEI y U. Pontificia Bolivariana: Abadio Green y Amelicia Santacruz (Tule); Guzmán Cásamo (Embera-Chocó); Odila Echeverri y Lady Restrepo

Organización Regional Embera Wounaan-OREWA: Mercialdo ‘Jimmy’ Cabrera y Baltasar Mecha (Embera-Chocó)

Colaboración:
Cabildo Chibcariwak, Corporación Nasa Misak de Medellín, U. Tecnológica del Chocó

Investigadora principal:
Zayda Sierra Restrepo

Correo electrónico:
sierrazayda@yahoo.com

La conservación y potenciación de las culturas indígenas es uno de los mayores retos de Colombia en el futuro, dados los procesos de masificación social de las grandes ciudades colombianas y su incidencia sobre los grupos indígenas, así como la influencia predominante de la cultura global.

La Constitución Política de Colombia (1991) reconoce que los integrantes de los grupos étnicos tienen derecho a una formación que respete la identidad cultural, pero ello ha tenido escasa aplicación en la educación superior.

De hecho, poco se conoce sobre la situación de la población estudiantil indígena en las universidades del país, sus logros y dificultades, su participación en los diferentes espacios de la vida académica, su relación con la comunidad no indígena, su articulación desde las universidades con las comunidades de origen y la construcción de su vida cotidiana en contextos urbanos, entre otros.

El presente proyecto exploró las necesidades y perspectivas de los procesos formativos de indígenas que atienden diversos centros de educación superior del país, mediante una indagación participativa y dirigida a generar propuestas para mejorar la calidad de la educación superior que se ofrece a esta población.

Este trabajo sensibilizó a la comunidad universitaria, tanto en la U. de Antioquia como en otras instituciones, a través de la realización de 3 programas que ilustran, con texto y fotografías, la experiencia desarrollada en las entidades participantes.

Estímulo a la investigación sobre las necesidades educativas de las comunidades indígenas

Con la realización del proyecto se avanzó en el conocimiento de la situación del estudiante indígena universitario, grupo de población que requiere una atención acorde con sus necesidades y problemáticas, como complemento a los procesos de enriquecimiento de la vida académica, cultural y cotidiana de las universidades.

También, se elaboró el libro ‘Voces Indígenas Universitarias. Expectativas, Vivencias y Sueños’, publicado por el Grupo Diverser / U. de Antioquia, con apoyo de COLCIENCIAS, IESALC-UNESCO y otras entidades; y se presentaron los resultados en los Encuentros I y II sobre Políticas de Educación Superior para Pueblos Indígenas, de las organizaciones CRIC, ONIC, OIA y otras, apoyadas por IESALC-UNESCO, MEN, ASCUN y algunas universidades del país, realizados en U. de San Buenaventura, Cali, 2003 y U. de Nariño, Pasto, 2004. El trabajo se presentó, además, en el III Congreso Nacional en Etnoeducación, U. Distrital, Bogotá, 2003; en el IX Coloquio Internacional ‘Educación y desarrollo en diferentes contextos culturales’ organizado por la Red en Formación, Educación y Desarrollo entre universidades europeas y latinoamericanas / Redford,

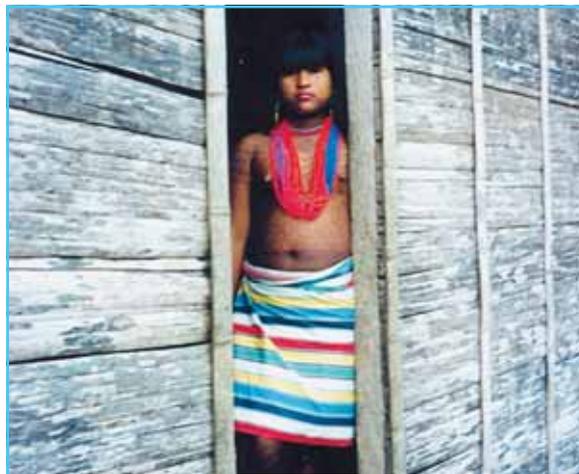


Foto 1 Niña embera. Resguardo Catrú, comunidad Embera, Playita, Chocó.



Foto 2 Trabajo de campo. Estudiantes embera chami de la U. de Antioquia. Resguardo de Cañamomo, Lomapieta, Riosucio, Caldas.



Foto 3 **Estudiantes de la Licenciatura en Etnoeducación.**
Convenio OIA-INDEI-UPB.

U. de Antioquia, Medellín, 2004; en ExpoU, en el marco del Bicentenario de la U. de Antioquia, Medellín, 2003.

La formación universitaria de los pueblos indígenas articulada a sus contextos y necesidades

En desarrollo del proyecto se suscribió un convenio interinstitucional entre la UTCH y la Organización Regional Indígena Embera Wounaan / OREWA, del Chocó para identificar la población universitaria indígena —sin registro anterior— y generar acciones para enriquecer su calidad de vida universitaria; se estableció la Línea de “Estudios Interculturales” en el Instituto de Estudios del Pacífico de la UTCH; se formalizó un convenio interinstitucional entre la U. de Antioquia y la Organización Indígena de Antioquia /OIA para apoyar acciones educativas en la región.

Actualmente se realiza un diplomado para formar líderes indígenas con la Escuela de Gobierno y Políticas Públicas de Antioquia y una propuesta para formar promotores indígenas de salud.

Se creó, además, la línea en “Estudios Interculturales” del Doctorado en Educación de la Facultad de Educación de la U. de Antioquia, para formar profesionales con mayor conocimiento sobre la diversidad cultural del país, la cual, como requisito de admisión, tramitó ante las directivas universitarias el reconocimiento de las lenguas nativas, para así certificar el castellano como segunda lengua. Ello permitió, por primera vez, la admisión a estudios doctorales en la U. de Antioquia de dos aspirantes indígenas.

El proyecto ha beneficiado a los indígenas estudiantes de las universidades de Antioquia y Chocó, promoviendo el conocimiento de su situación y dando perspectivas de solución a sus principales necesidades.

Sus resultados han llamado la atención sobre la necesidad de mejorar la calidad de la educación ofrecida a estudiantes indígenas de la U. Tecnológica de Chocó y la U. de Antioquia. En esta última institución se aprobó la creación de una plaza docente para un/a profesional indígena, cuya misión será la de coordinar el también recientemente creado *Programa de Educación Indígena*, adscrito a la Facultad de Educa-

ción, y cuyo objetivo central será estructurar procesos formativos de pregrado y postgrado, y proyectos de investigación y extensión pertinentes a las necesidades e intereses de las comunidades indígenas del país.

La formación universitaria de los pueblos indígenas articulada a sus contextos y necesidades, y en una relación de respeto con sus saberes y culturas ancestrales, sin lugar a dudas, una de las mejores estrategias para que en Colombia sobrevivan con alta calidad de vida sus comunidades.



Fotos 4-5 **Estudiantes de la Licenciatura en Etnoeducación.** Convenio OIA-INDEI-UPB.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. SIERRA, Z. (2005) Estudiantes indígenas en la universidad: ¿Qué modelo educativo caracteriza su formación? *Revista Colombiana de Educación*, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. No. 48: 177-195.
2. SIERRA, Z., RODRÍGUEZ, H. y LÓPEZ, G. (2005) Escuela y diversidad cultural: ¿Un contrasentido posible? En *Escritos sobre aprendizaje, enseñanza y diversidad cultural*, ed. Egidio Lopera: 199-222. Medellín: Gobernación de Antioquia-Facultad de Educación y Grupo de Neurociencias de la Universidad de Antioquia.
3. “Por el riesgo en el que se encuentra el planeta, no debe cambiar el currículo sólo para los pueblos indígenas, sino para todos”. *Periódico Alma Mater*, Universidad de Antioquia, Medellín. No. 536, septiembre 2005. p. 28-29.

Adolescencia y escuela en Colombia

Atlántida: Mirada de adolescentes a la educación secundaria

La educación colombiana requiere mejorar sustancialmente su calidad en beneficio de los escolares y de la sociedad en su conjunto. Para ello es fundamental conocer las características de la población a la cual esa educación va dirigida. Sobre este tema hay un consenso en el país que compromete a padres de familia, estudiantes, docentes, directivos e instituciones educativas.

Libros:

Parra R. y Cajiao F.
 "El silencio era una fiesta"
 "La ciudad nos habita"
 "Todo lo que nos gusta se evapora"
 "La cultura fracturada"
 "Antología de historias y testimonios"

Mención de Honor:

Otorgada por el Premio Alejandro Angel, por sus aportes a la educación de los jóvenes.

Entidades responsables:

FES, con el apoyo de la U. del Norte, en Barranquilla, Pontificia Bolivariana, en Medellín y Pedagógica Nacional, Minuto de Dios, en Bogotá y del Valle, en Cali. En cada una de estas instituciones se creó un grupo de investigación con profesores y estudiantes.

Participación de personal de las Secretarías de Educación de los departamentos participantes en el proyecto.

Directores:

Rodrigo Parra Sandoval
 Francisco Cajiao

Investigadoras principales:

Martha Luz Parodi
 Elsa Castañeda

Correo electrónico:

facar@cable.net.co

Atlántida fue un proyecto impulsado por la División de Educación de la Fundación FES, cuya pertinencia fue respaldada desde un comienzo por el Ministerio de Educación y UNESCO. Se concibió para investigar la relación adolescencia / escuela, manifiesta en tres aspectos integrados a las dimensiones esenciales de esa fase juvenil: Su mundo social, su mundo interior y su escolaridad.

La investigación buscó identificar factores culturales de la población escolar, encaminados a mejorar la calidad de la educación secundaria que se ofrece en el país, y lograr el mayor impacto posible en el sistema educativo, mediante el desarrollo de proyectos de investigación / formación / intervención entre universidades formadoras de maestros y profesionales vinculados a la educación. Un principio metodológico fundamental fue la incorporación de estudiantes universitarios y adolescentes escolares como investigadores participantes en todas las etapas del proyecto. En el momento de mayor actividad el número de participantes investigadores fue superior a 600 en 10 ciudades del país.

El proyecto indagó sobre la cultura del adolescente escolar en Colombia, sus características, expectativas de vida, formas de percibir la educación y maneras de relacionarse con el entorno social, para integrar los mundos interno y social del adolescente con el mundo escolar.

Renovación de las políticas educativas en beneficio de los jóvenes

El mejoramiento de la calidad de la educación requiere, especialmente, el desarrollo organizacional de las instituciones dedicadas a esta trascendental actividad. El proyecto contribuyó a conformar una red de instituciones e investigadores para abordar, conjuntamente, los problemas educativos con metodologías apropiadas para conocer, comprender y transformar el sistema educativo.

Como resultados de la investigación, se publicaron 5 libros con los siguientes títulos: *El silencio era una fiesta*, *La ciudad nos habita*, *Todo lo que nos gusta se evapora*, *La cultura fracturada* y *Antología de historias y testimonios*. Además, la investigación contribuyó en procesos de formulación de políticas nacionales y departamentales, y sus resultados se utilizaron en la revisión de iniciativas y programas educativos y de juventud en los departamentos participantes, y en algunos colegios que han instaurado políticas y acciones de cambio.

A raíz de esta experiencia, otros centros educativos han incluido la formación en investigación, como estrategia pedagógica de gran potencial



Foto 1 Guajira. Niños de Comfamiliar enseñan su proyecto durante Expociencia.



Foto 2 Putumayo. Niños presentan su proyecto "Plantas mágicas que producen oro."

para el desarrollo del espíritu científico y el logro de mayor pertinencia en la educación. Algunas universidades participantes en el proyecto y las facultades de educación, modificaron sus planes de estudios para introducir cátedras sobre adolescencia y formación en investigación, orientadas a los maestros.

Como parte del trabajo investigativo, se diseñó y publicó la revista *Camaleón*, editada por adolescentes interesados en el periodismo científico. En la actualidad, en algunas regiones de Colombia se mantiene la Red *Camaleón* www.redcamaleon.com.

En *El Tiempo*, diario de cobertura nacional, la iniciativa se transformó en la *Escuela de Periodismo*, donde los jóvenes aprenden el oficio con los periodistas y, luego, escriben bajo el nombre de *Código de Acceso* en el mismo periódico. Otro resultado interesante fue la consulta que se hizo de los hallazgos del proyecto para la elaboración del contenido del seriado de la televisión colombiana "Francisco el Matemático".

Este proyecto ganó la Mención de Honor a la investigación científica otorgada por la Fundación Alejandro Angel.

El impacto del proyecto ha llegado, también, a otros países. *Atlántida* sirvió de modelo para desarrollar en Perú el Proyecto RADARES que, con algunas modificaciones metodológicas y financiación del Ministerio de Educación y la UNESCO, estudia actualmente a los adolescentes peruanos.

Una metodología participativa que ha sido un semillero de nuevos proyectos

Los beneficiarios directos de *Atlántida* han sido los escolares participantes, en la medida que participaron del proceso de formación en investigación. De manera indirecta se ha beneficiado el sistema educativo en la medida en que los resultados se han incorporado a los contenidos y enfoques curriculares, especialmente en los colegios que han utilizado sus resultados para renovar sus prácticas educativas.

Los diversos resultados de *Atlántida* — proyecto generador de conocimiento útil para la sociedad en un campo tan fundamental como es la educación de los niños y los jóvenes— son fuente de consulta per-

manente por parte de los educadores y de las instituciones con programas juveniles.

De igual modo, *Atlántida* es el único estudio de esta envergadura que se ha hecho en la última década, sus resultados siguen vigentes y han mostrado gran utilidad. La metodología, que involucra a adolescentes en la investigación de su propio mundo, sirvió para formular proyectos posteriores como *Nautilus / FES*, *Pléyade / MEN-FES* y el Programa *ONDAS / COLCIENCIAS*.



Foto 3 Expociencia. Niñas del Colegio Nuestra Señora de Fátima del Programa Ondas exhiben su proyecto sobre las mariposas.

Necesidades de los jóvenes y educación media

Bases para estructurar la formación para el trabajo

Una permanente preocupación del sistema educativo, particularmente en la educación media, se centra en la formación para el trabajo, tema que señala la importancia de investigaciones como la presente, que realizó una evaluación de diversos esquemas institucionales y curriculares de educación media *no académica*, existentes en Bogotá: Institutos técnicos, en sus diversas especialidades –industriales (modalidades *ITI* e *INEM*), comerciales (modalidades *CEDID*, *CEDIT*, *CEMDIZOB*, *CASD*)–, y algunos colegios académicos con tendencia hacia la capacitación para el trabajo, representativos de la llamada educación media técnica, *no académica*, que se ofrece en el país.

Libro:
`Educación Media y sus Articulaciones con el Nivel Superior`

Entidad responsable:
U. Nacional de Colombia / Grupo de Investigación de Estudios en Sociología de la Educación Bogotá, D.C.

Investigador principal:
V́ctor Manuel G3mez

Investigadores asociados:
Jos3 David L3pez
Claudia D'az

Correo electr3nico:
vmgomez@unal.edu.co

Para 1999, en Bogot3, D.C., exist'ian 44 instituciones pertenecientes a ese conjunto heterog3neo y de escasa identidad, cuyo denominador com3n es la oferta de alguna modalidad de educaci3n `no acad3mica`. Es decir, el 83.7% de las instituciones educativas oficiales en la ciudad se concentraba en la modalidad acad3mica, y el restante 16.3% se distribu'ia en instituciones con oferta `no acad3mica`.

El proyecto realiz3 un an3lisis comparativo de 5 tipolog'ias institucionales y curriculares de articulaci3n entre la educaci3n acad3mica y los diversos enfoques de capacitaci3n para el trabajo, educaci3n t3cnica y formaci3n de competencias laborales, que los investigadores denominaron la modalidad `no acad3mica` en el nivel medio:

- *Instituto T3cnico Comercial.* Educaci3n acad3mica complementada con 3nfasis vocacional y pr3cticas en empresas.
- *Educaci3n T3cnica tradicional.* Instituto T3cnico Industrial
- *Modelo de diversificaci3n curricular INEM.*
- *Educaci3n acad3mica complementada con formaci3n de competencias laborales generales.*

En esta modalidad se indagaron dos experiencias significativas: una de integraci3n curricular y formaci3n para la producci3n, y otra con 3nfasis vocacional y formaci3n para la producci3n.

• *Formaci3n laboral no-formal* como complemento de la educaci3n acad3mica general.

El estudio corrobora la tendencia hacia el 3nfasis acad3mico de la oferta actual en educaci3n media en el pa'is, orientada por la perspectiva de continuar los estudios superiores. Esta orientaci3n no ofrece oportunidades de calificaci3n ocupacional a un alto porcentaje de j3venes egresados que no pueden o no quieren continuar estudios universitarios y requieren calificaci3n laboral de alta calidad. De esta manera, la Educaci3n Media actual se considera poco pertinente para que la mayor'ia de los j3venes egresados supere exitosamente la transici3n de la escolaridad al mundo del trabajo y la vida adulta, dada la exigencia del mercado de contar con calificaci3n laboral avanzada y altos est3ndares de calidad, acorde con la tendencia mundial.



Foto 1 El proyecto ha tenido gran incidencia en la formulaci3n de pol'iticas sobre educaci3n media y t3cnica.



Foto 2 El estudio analizó diversos enfoques de capacitación para el trabajo, educación técnica y formación de competencias laborales.

Clarificación de las políticas sobre educación media y técnica

El proyecto ha tenido incidencia en la formulación de políticas sobre educación media y técnica en el Ministerio de Educación Nacional /MEN y otras entidades oficiales, las secretarías de educación participantes y los colegios que ofrecen educación media "no académica".

Otros resultados del proyecto fueron la publicación del libro "Educación Media y sus Articulaciones con el Nivel Superior"; el desarrollo de un proyecto conjunto entre el Instituto de Investigación en Educación y el Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, orientado a establecer modalidades nuevas para articular los niveles medio y superior; y la realización de un seminario internacional, con participación del MEN, Icetex, Alcaldía de Medellín, y las

secretarías de Educación de Antioquia, Medellín y Bogotá, D.C.

Los beneficiarios directos de la investigación han sido los escolares que se forman en los centros que ofrecen educación media no académica, como efecto de la mejor comprensión de las opciones curriculares y pedagógicas, por parte de las instituciones educativas, los docentes, directivos e investigadores en educación. En el plano institucional, los resultados del proyecto han sido de gran utilidad para el MEN y las secretarías departamentales y distritales de educación.

La calidad y pertinencia de la formación de los jóvenes

La separación o dicotomía tradicional entre la educación académica general y la formación para el trabajo es un falso dilema y una fuente de discriminación social.

En este estudio se demuestran diversas modalidades innovadoras de articulación e integración entre la educación general y la formación de competencias laborales; de gran valor social, educativo y ocupacional para los jóvenes vinculados; y que sirven de "modelos demostrativos" para otras instituciones, grupos de docentes y administraciones educativas. También se derivan diversas propuestas de política curricular en la educación media orientadas a superar el tradicional intelectualismo libresco de este nivel y a ofrecer una formación más pertinente para la mayoría de los egresados.

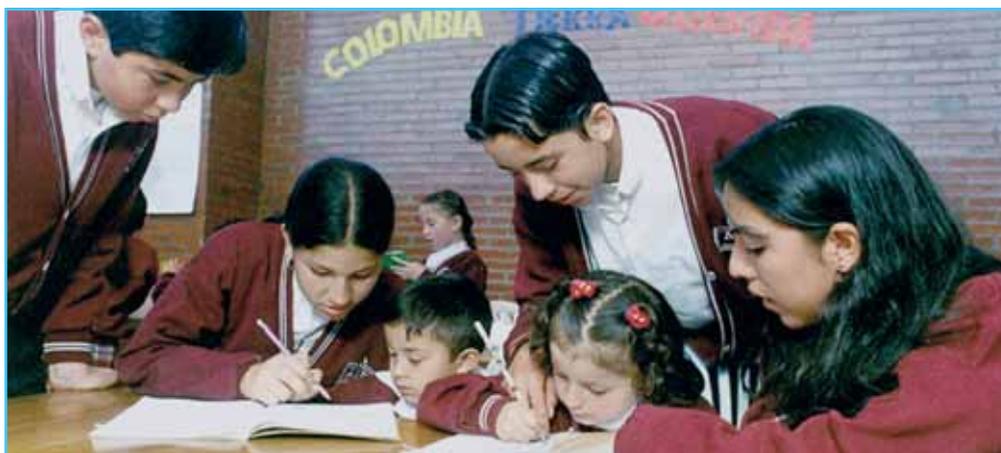


Foto 3 La calidad y pertinencia de la formación de los jóvenes es una condición básica para la construcción de la sociedad democrática, moderna y competitiva, la inclusión social y la inserción laboral positiva de la juventud.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. "APORTES A LA POLÍTICA DE EDUCACIÓN MEDIA EN BOGOTÁ, D. C.". Presentada en Taller de Política de Educación Media. Secretaría de Educación Distrital - Instituto de Investigación en Educación. Octubre 10, 2005.
2. Conceptualización del proyecto "CULTURA PARA EL TRABAJO" en la Educación Media. Agosto, 2005.

Libros:

GRUPO HISTORIA DE LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA EN COLOMBIA, U. de Antioquia, U. Pedagógica Nacional, U. de los Andes, U. del Valle. 2004 Tomo I Génesis y Desarrollo de los Sistemas Educativos Iberoamericanos Siglo XIX, Tomo II Modernización de los Sistemas Educativos Iberoamericanos Siglo XX: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, España, México, Portugal. COLCIENCIAS, Cooperativa Editorial Magisterio.

Contribución a la Historia Comparada de los Sistemas Educativos en Iberoamérica: El caso de Colombia, Siglos XIX y XX. 3 Tomos (Inédito)

Entidad Responsable:
U. de Antioquia
Medellín

Grupo Coordinador del Proyecto:

Gabriela Ossenbach,
Asesora Internacional del Proyecto, U. Nacional de Educación a Distancia (UNED), España

Investigadora principal:

Olga Lucía Zuluaga
U. de Antioquia

Co-investigadores:

U. de Antioquia:
Jesús Echeverri
Diego Osorio
Oscar Saldarriaga
Vladimir Zapata
U. del Valle:
Humberto Quiceno,
U. Pedagógica Nacional:
Alberto Martínez
Luis Arturo Vahos
U. de los Andes:
Javier Sáenz

Investigadores internacionales:

Gabriela Ossenbach,
Agustín Escolano, Pablo Celada,
Violeta Guyot, Juan Marinčević,
Marcelo Vitarelli, Marta M. Chagas,
Mirian Jorge Warde, María Lucía Spedo, Clarice Nunes,
Carlos Paladines, Luz E. Galván,
Federico Lazarín, Justino Pereira

Correo electrónico:

olgaluz@epm.net.co

La Educación en Iberoamérica**Bases para el avance de la historia comparada**

La historia de los procesos educativos en diversos países es un tema de investigación útil para mejorar la calidad de la educación, meta aún por alcanzar en la región. En ello radica la importancia del proyecto 'Bases para el Avance de la Historia Comparada de la Educación en Iberoamérica' –BADHI–, como iniciativa internacional, que pretende fomentar el análisis comparado de los sistemas nacionales de instrucción y educación pública de Iberoamérica, hacer posible construir nuevos objetos y enfoques de estudio, evaluar el proceso de institucionalización de los sistemas educativos y construir espacios de discusión académica en torno a la pedagogía.

En el proyecto, que buscó producir herramientas conceptuales para facilitar el estudio comparado de los sistemas nacionales de instrucción y fortalecer las orientaciones pedagógicas e históricas, participaron las siguientes universidades: U. Nacional de Educación a Distancia UNED, España; U. de Valladolid, España; U. Nacional de San Luis, Argentina; Pontificia U. Católica de São Paulo, Brasil; U. Federal Fluminense, Brasil; Instituto de Capacitación Municipal /ICAM de Quito, Ecuador; U. Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México; U. do Minho, Braga-Portugal; por Colombia, país coordinador, participaron la U. de Antioquia, U. Pedagógica Nacional, U. del Valle y U. de los Andes.

Otro análisis de conjunto lo ofrece Alejandro Álvarez quien afirma que no ha existido una sistematización de nuestras experiencias, y que los sistemas educativos han sido ajenos a nuestra riqueza cultural, dispersa y mestiza, que no se ha reconocido en los sistemas educativos formales.

El trabajo está integrado por un conjunto de proyectos desarrollados por 14 investigadores internacionales y 9 investigadores nacionales, en 7 países: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, España, México y Portugal. Cada país desarrolló su proyecto y el proyecto coordinador fue realizado en Colombia, integrando los informes de los participantes, y desarrollando una base de datos /BADHI con el registro de las fuentes consultadas.

El antecedente inmediato de esta base de datos es el Archivo Pedagógico Colombiano / ARPE, producto técnico, documental y bibliográfico derivado de la investigación 'Hacia una Historia de la Práctica Pedagógica en Colombia', realizada por las universidades de Antioquia, Pedagógica Nacional, del Valle y Nacional de Colombia, cofinanciada entre estas y COLCIENCIAS.

Los sistemas educativos han sido ajenos a nuestra riqueza cultural, dispersa y mestiza

Uno de los aportes más importantes es el de la investigadora Gabriela Ossenbach, quien caracteriza los procesos de creación y desenvolvimiento de los sistemas educativos en Latinoamérica.



Foto 1 Fue un hecho el mejoramiento del nivel científico del amplio número de investigadores participantes en este proyecto.



Fotos 2-5 En Latinoamérica los sistemas educativos tradicionales han sido ajenos a nuestra riqueza cultural, dispersa y mestiza, y no se había realizado una sistematización de nuestras experiencias educativas.

Construcción de una infraestructura informativa para impulsar la educación pública

Este proceso investigativo, además de hacer un análisis comparativo de la instrucción pública en Iberoamérica, ha servido para construir una infraestructura informativa que permitirá impulsarla, tal como se puede observar en los aportes realizados a través de las publicaciones, por parte de los investigadores del proyecto, y de la base de datos *BADHI* que compila las principales leyes y decretos, sobre educación durante los siglos XIX y XX, de los 7 países Iberoamericanos que participaron en el proyecto.

Esta base consigna el trabajo con las fuentes primarias sobre las reformas educativas los países de Iberoamérica participantes en el proyecto, y es una herramienta que compara estos procesos, fortalece la conceptualidad pedagógica e histórica y fomenta el análisis académico y la comunicación entre investigadores de Iberoamérica interesados en el avance de la historia comparada de la educación.

Los primeros beneficiarios son los científicos del proyecto, provenientes de distintas instituciones, las entidades que formulan políticas como el Ministerio de Educación Nacional, y de manera más directa y con mayor impacto, los profesores y alumnos de los sistemas educativos de los países participantes en el proyecto.

Comprensión científica de la educación en Iberoamérica

Este proyecto fortalece la comprensión científica de la educación en los países iberoamericanos, y estimula el desarrollo de tesis doctorales sobre historia de los sistemas educativos, de cátedras comparadas de historia de la educación y la pedagogía en pregrado y postgrado, así como la realización de seminarios doctorales sobre historia de la educación y la pedagogía, el apoyo a los estudios históricos interculturales y la creación de vínculos entre investigadores para nuevos proyectos nacionales e internacionales. El proyecto contribuyó al reconocimiento de los estudios históricos colombianos ante la comunidad académica internacional de historiadores.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. QUICENO, H. (2002) *Pensamiento pedagógico y literario de Agustín Nieto Caballero*. En: *Alternativas*. San Luis - Argentina: v.4, p.229 - 264.
2. SÁENZ, J. (1996) *Las reformas de las Escuelas Normales 1903-1946*. En: *Revista Educación y Pedagogía*. Medellín: v.7, n.14/15, p.154 - 169.
3. ZULUAGA, O.L. (2001) *Entre Lancaster y Pestalozzi: Los manuales para la formación de maestros en Colombia, 1822 - 1868*. En: *Revista Educación y Pedagogía*. Medellín: VXIII, n.29-30, p.39 - 49.

ACA2: Ambiente Computarizado

El aprendizaje autodirigido del Diseño

Al inicio de la década de 1990, en la U. Pedagógica Nacional algunos profesionales estudiaban las relaciones entre Diseño y Educación en áreas de la Tecnología, mientras otros se interesaban en los estudios de ciencia cognitiva, aprendizaje autónomo y desarrollo de software. El trabajar en el mismo departamento favoreció el encuentro de estas dos tendencias.

Libro:
`Ambiente Computarizado para el Aprendizaje Autodirigido del Diseño: ACA2` U.P.N - COLCIENCIAS. Bogotá. (2001)

Entidad responsable:
U. Pedagógica Nacional
Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Luis Facundo Maldonado

Co-investigadores:
Edgar Augusto Andrade
Rómulo Polo Flórez
Jaime Rodolfo Ramírez
Alvaro Acero

Correo electrónico:
lufamagr@yahoo.es

Del diálogo surgió el interés por el desarrollo de proyectos de investigación. Como motivación adicional, uno de los profesionales había sido favorecido en una convocatoria del Programa Intergubernamental de Informática de UNESCO, y como resultado proyectaba un programa de Magíster y otro de Especialización en Tecnologías de la Información y la Comunicación.

El proyecto específico surgió de visiones complementarias sobre un mismo fenómeno. Por una parte, la naturaleza de los problemas de Diseño en la corriente cognitiva representada por Goel y Pirolli (1992), los procesos de percepción y aprendizaje liderados por Arnheim (1971) y los estudios sobre aprendizaje autónomo y metacognición, tendencia de Nelson y Narens (1990).

En Arnheim, la percepción visual implica una forma de razonamiento espacial. En un cuadro, tendemos a percibir como más importante lo que ocupa el centro, lo que ocupa las esquinas en segundo lugar y luego lo que cubre los puntos intermedios. Las líneas que unen estos puntos muestran tendencias al equilibrio y las demás muestran inestabilidad. Según Goel y Pirolli, el Diseño es una actividad específicamente humana, sus problemas son débilmente estructurados y se solucionan mediante objetos, valorados con criterios de validez y estética. Para Nelson y Narens, la observación de los propios procesos de aprendizaje alimenta la formulación de juicios de metamemoria, los cuales habili-

tan el control del sujeto que aprende sobre sus propios procesos de aprendizaje.

Una síntesis del estado del arte sobre ambientes de aprendizaje basados en computador, controlados por el estudiante completa el panorama. De esta integración de enfoques surgió un núcleo de relaciones entre percepción, creatividad, aprendizaje autónomo y solución de problemas como línea de investigación. El interés creció en torno a la capacidad de resolver problemas que implicaran descubrimiento en función de los juicios de metamemoria.

Esta delimitación orientó la revisión de antecedentes que condujo a la formulación de tres problemas: ¿La precisión de la autoevaluación —juicio de metamemoria— aumenta en función de la retroinformación? ¿La mayor precisión de la autoevaluación favorece una mayor retención de conceptos? ¿Existen diferencias significativas entre los estudiantes que autoevalúan su aprendizaje y quienes no lo hacen?

Escenario experimental

El primer escenario fue un programa de computador con tres niveles: experiencia perceptual, verbalización de la experiencia perceptual y razonamiento lógico basado en la verbalización de la experiencia.



República de Colombia



Fotos 1-2 *Investigación continuada.* El Proyecto ACA2 constituyó el inicio de una actividad continuada de investigación sobre el aprendizaje autónomo usando ambientes de computador. A partir de la investigación inicial se generaron nuevos proyectos que beneficiaron a estudiantes de educación básica y media.





Foto 3 El estudio interpreta la autonomía desde la perspectiva de los estudios de metacognición y el aprendizaje colaborativo.

La hipótesis de la estructura inducida de Arnheim llevó a presentar una pantalla vacía y solicitar al sujeto que hallara objetos en equilibrio ocultos y que podría descubrir haciendo clic en la pantalla. El computador daba la distancia al punto —agujero negro— oculto. El segundo escenario fue una combinación de hipertexto con el primer escenario. El estudiante seleccionaba textos con los cuales interpretaba un fenómeno perceptivo. El tercer escenario presentó antecedentes y posibles inferencias de los antecedentes, para que el estudiante los relacionara.

Metodología

Los sujetos estudiaban cuarto y quinto semestre de licenciatura en Diseño. Se asignaron aleatoriamente a una de tres condiciones: a. El computador exigía una previsión de intentos para resolver el problema —o un juicio de qué tan seguro estaba para hacerlo— y le daba información sobre los errores cometidos; b. El computador le exigía que hiciera una previsión de intentos para resolver el problema o un juicio de qué tan seguro estaba para resolverlo, pero no le daba información sobre los intentos o errores; c. A los estudiantes sólo se les pedía que resolvieran los problemas.

Beneficiarios

Los beneficiarios fueron los estudiantes de licenciatura en Diseño y del Programa de Magíster en Tecnologías de la Información y la Comunicación, de la Facultad de Tecnología /UPN.

Un estímulo a nuevos aspectos de investigación

A partir de la experiencia del proyecto ACA2 se generaron nuevos proyectos, como juegos de descubrimiento en computador y sobre aprendizaje significativo y razonamiento espacial. Estos fueron seguidos por trabajos sobre simuladores y aprendizaje autónomo y varios proyectos de innovación en los colegios, donde se llevaba a las aulas lo aprendido en laboratorio.

Un efecto importante se tuvo con los estudiantes de los programas de Magíster, quienes desarrollaron varias tesis que resolvieron problemas nuevos en la misma línea de este proyecto. El libro Ambiente Computarizado para el Aprendizaje Autodirigido del Diseño: ACA2 aún es consultado en proyectos de investigación.

Lo más trascendente fue el haber establecido las bases para el Grupo TECNICE que ha mantenido una actividad continua de investigación. Este Grupo se centra en el uso de programas de computador para desarrollar la autonomía en el aprendizaje. Su evolución conceptual le ha llevado a integrar el razonamiento espacial en el contexto del diseño y del conocimiento geográfico. Recientemente, ha puesto su atención en la representación de conocimiento con base en ontologías y estructuras conexionistas.



Foto 4 La propuesta abre opciones de construcción de conocimiento, aprendizaje autónomo y colaborativo.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. En Colaboración, Grupo TECNICE. (1999) 'Metacognición y razonamiento espacial en Juegos de Computador'. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico y Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
2. MALDONADO, L.F., ANDRADE L., E. (2001) 'Ambiente Computarizado para el aprendizaje autodirigido del Diseño-ACA2'. U. Pedagógica Nacional y COLCIENCIAS. Bogotá.
3. En Colaboración Grupo TECNICE. (2001) 'Razonamiento Espacial y Aprendizaje Significativo: profesores y alumnos frente a los juegos de descubrimiento basados en computador'. U. Pedagógica Nacional y COLCIENCIAS. Bogotá.
4. En Colaboración Grupo TECNICE. (2001) 'La relación Simuladores y colaboración en el aprendizaje'. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico y U. Pedagógica Nacional. Bogotá.

Enseñanza y aprendizaje de la comprensión de textos escritos en el Valle del Cauca

En Colombia, el sistema educativo enfrenta retos que se desprenden tanto del desarrollo teórico sobre la comprensión textual —en el cual se redimensiona el papel de los procesos cognitivos y socioculturales y los de la enseñanza y el aprendizaje—, como de la necesidad de superar los bajos niveles de comprensión de textos escritos que diversas evaluaciones e investigaciones educativas hacen evidente.

Entidad responsable:
U. del Valle
Cali

Investigadora principal:
Gloria Rincón Bonilla

Co-investigadoras:
Adriana de la Rosa
Gloria Amparo Rodríguez
Pilar Mirely Choís
Rosa María Niño

Esta investigación describe y analiza lo que sucede en algunas aulas donde había interés de los maestros por incorporar al currículo escolar prácticas y contenidos para mejorar los niveles de comprensión textual.

El trabajo se propuso aportar al conocimiento sobre cómo se construyen desde las prácticas pedagógicas soluciones a los graves problemas en la comprensión de textos escritos.

Línea de investigación: Interacción y enseñanza del lenguaje escrito

Esta iniciativa de investigación se fundamenta en la responsabilidad de la institución escolar en la formación de lectores. Leer se asume en la cotidianidad del aula —dentro de la múltiple y compleja relación maestro-estudiantes-texto—, como un proceso específico de enseñanza y aprendizaje.

Así, la capacidad de leer resulta de la intervención educativa intencional, que construye su sentido como actividad significativa en la medida en que a las prácticas escolares se unen experiencias con sentido y funcionalidad.

En la línea 'Interacción y enseñanza del lenguaje escrito' del grupo de investigación 'Textualidad y cognición', se han desarrollado tres proyectos, así:

El primer proyecto —tesis doctoral de la investigadora principal—, hizo posible el conocimiento y formación de una perspectiva de investigación, y dio una mirada profunda a una experiencia innovadora de la ciudad de Cali. De este trabajo se derivaron varios artículos y aportes, p.e., a los lineamientos curriculares de lengua castellana generados en el Ministerio de Educación Nacional / MEN. También se produjeron orientaciones para la formación de docentes dirigida formar lectores y productores de textos en el marco de los proyectos de aula.

El segundo proyecto produjo un libro, varios artículos y diversas ponencias presentadas en Colombia, México, Chile y Ecuador. Tanto sus conclusiones como algunos de los registros obtenidos se han utilizado para diseñar y publicar materiales para la formación de educadores en el Valle del Cauca.

El tercer proyecto también produjo un libro, varios artículos y ponencias en eventos que han promovido la creación de una red de maestros interesados en la enseñanza de la lectura y la escritura en el contexto universitario.

Correo electrónico:
glincon@univalle.edu.co



Foto 1 Algunas de las investigadoras responsables del proyecto analizan las publicaciones producidas a partir del proyecto.



Foto 2 La investigación respondió, entre otras, 2 preguntas fundamentales: ¿Cómo se orienta la comprensión de los textos escritos?, ¿Cómo se orienta la producción de textos escritos?

Tanto el segundo como el tercer proyecto permitieron la formación de 6 estudiantes de maestría que hicieron sus tesis en el marco de estos proyectos de investigación.

El número de jóvenes investigadores formados, los libros editados, la diversidad y cantidad de ponencias presentadas y de artículos publicados para divulgar los resultados entre los especialistas en educación y el público en general, indican la relevancia que ha tenido la línea de investigación "Interacción y enseñanza del lenguaje escrito".

Innovar la enseñanza y aprendizaje de la comprensión de textos escritos en las aulas

La investigación cualitativa se hizo para mostrar los cambios que se están introduciendo en la enseñanza de la comprensión de textos escritos en la educación primaria cuando en ellas hay docentes comprometidos con procesos de innovación.

Se encontró que en los proyectos de aula se genera un marco amplio de diálogo, valoración mutua e interés por comprender y aprender que permite inscribir en aquellos la enseñanza de la comprensión de textos escritos de un modo eficaz. Dado que la presencia y uso de los textos no es gratuita sino que se introducen para encontrar respuestas a preguntas o problemas previamente discutidos y acordados, se prepara el terreno para que la lectura tenga objetivos y sentido, se acuda a textos diversos que a su vez se abordan de diferentes modos, según las intencionalidades comunicativas.

Cuando los textos están situados, y son auténticos, se garantiza la necesidad de aprender y utilizar estrategias para comprenderlos mejor: p.e., anticipación de contenidos, elaboración y confrontación de hipótesis, realización de resúmenes o de ilustraciones que den cuenta de las significaciones construidas y conciencia de las superestructuras.

La investigación también hizo evidentes algunas tradiciones que persisten, p.e.,

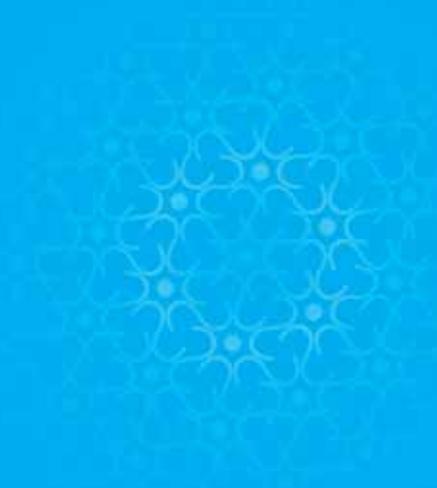
la dominancia de la comprensión literal y del uso de estrategias meramente lexicales. Esto no debe ser motivo de asombro, porque se sabe que no es suficiente con que las propuestas existan para que se cambien las tradiciones escolares porque el cambio escolar es también un proceso de construcción, por tanto, no lineal y sin problemas.



Foto 3 La introducción desde el inicio de la escolaridad del trabajo con textos escritos completos, es uno de los cambios más notorios que se están dando en la enseñanza.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. RINCÓN, G., ROLDAN, C. y NARVAEZ, E. (2005) "Enseñar a comprender textos en la Universidad: análisis de dos casos". Ed. Artes gráficas-facultad de Humanidades y COLCIENCIAS, Cali.
2. RINCÓN, G., DE LA ROSA, A., RODRÍGUEZ, G., CHOIS, P. y NIÑO R. M. (2003) "Entre-textos. La comprensión de textos escritos en la educación primaria". Ed. Artes Gráficas Facultad de Humanidades, Univalle.
3. "El trecho entre el proponer y el hacer". (2003) Ponencia en el IV Taller de la Red Latinoamericana para la transformación de la formación docente en Lenguaje. Temuco, Chile.
4. "Interacción y enseñanza en la comprensión de textos escritos en la educación primaria" (2003) Primer Congreso Internacional del Libro y La Lectura. Quito, Ecuador.
5. "El discurso que enseña a comprender". (2002) VII Congreso Latinoamericano de lectura y escritura. Puebla, México.
6. "La comprensión guiada de los textos escritos: hacer entre varios lo que luego hay que hacer solo". (2002) XXII Congreso Nacional de Lingüística, Literatura y Semiótica. Cali, Colombia.
7. "Actividad conjunta en procesos de comprensión de textos". (2001) Lectura y escritura para aprender a pensar. I coloquio Internacional y III regional de la cátedra Unesco para la lectura y la escritura en América Latina. Cartagena, Colombia.



Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería	pág.	132
Caracterización fisiológica y de uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico con miras a su introducción en las cadenas agroproductivas de la región amazónica colombiana	pág.	134
Línea de investigación de Desarrollo Institucional del Sector Agropecuario y Rural	pág.	136
Desarrollo de clones y/o cultivares de papa resistentes a la gota y a los virus más limitantes en la producción	pág.	138
Desarrollo tecnológico de la cadena productiva del tabaco para la fabricación de puros	pág.	140
Disminución de costos en la cosechas de café mediante la mecanización y la cosecha manual asistida	pág.	142
Macroproyecto de caña verde	pág.	144

Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias

Sara María Campos

Uno de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología / SNCYT es el entorno científico, que para el caso del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias está conformado por 213 grupos de investigación –entre reconocidos y registrados–, que trabajan en áreas de Biotecnología, Salud, Nutrición Animal, Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, Fisiología Vegetal, Acuicultura, Manejo Integrado de Suelos, Agroindustria, Alimentos, Productos Naturales y Socioeconomía.

Estos grupos de investigación adelantan actividades en las diferentes temáticas de orden agropecuario, y tienen la responsabilidad de generar capacidades para identificar problemas y aportar soluciones y promover liderazgo, diálogo y concertación con los demás actores del Sistema. También, han desempeñado un papel dinamizador que hace que el Sistema funcione permanentemente y, para ello tiene el interés de trascender en proyectos de la vida científica, contando con su mayor recurso de poder: El conocimiento que operan y desarrollan a través de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Por lo anterior, en las páginas que siguen mostramos los resultados de algunos de los proyectos que se constituyen en investigación exitosa en el campo de la ciencia agropecuaria del país, que han permitido entre otros logros, establecer programas estratégicos en áreas críticas para el desarrollo del sector, basados en acciones concertadas entre diferentes instituciones, como es el caso del Plan de Ganadería.

Otro ejemplo es el fortalecimiento de la integración de la estrategia Universidad-Centro de Desarrollo Tecnológico-Empresa Agropecuaria, con el fin de lograr que el conocimiento generado impacte al sector pro-

ductivo de una manera más eficiente. Un ejemplo de esta articulación es el avance tecnológico alcanzado en sistemas de producción limpia y ambiente controlado de hortalizas, desarrollado por el Centro de Investigación y Asesorías Agroindustriales CIAA, la U. Jorge Tadeo Lozano y la Cooperativa de Productores `La Maná´.

Es nuestro deseo, desde el Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, seguir contribuyendo en la construcción de capacidades a partir de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación para lograr competitividad de los productos agropecuarios y agroindustriales, sostenibilidad del medio ambiente y bienestar de la población rural, en un país tan megadiverso como Colombia, con innumerables recursos vegetales y pecuarios sobre los cuales se hace inminente realizar una gestión basada en conocimiento.

Plan de Modernización Tecnológica

La Ganadería Bovina Colombiana

El Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana, planteado por CORPOICA como resultado de la concertación entre los productores ganaderos –a través de su gremio cúpula FEDEGAN–, los gremios de productores regionales, el Gobierno Nacional –a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, COLCIENCIAS y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA– ha mostrado una nueva manera de concebir la innovación tecnológica agropecuaria.

Entidad responsable:
CORPOICA

Entidades participantes:
FEDEGAN, Fondo Nacional Ganadero, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Departamento Nacional de Planeación /DNP, COLCIENCIAS Bogotá, D.C.

Investigador principal:
José Idelfonso Pulido Herrera

Co-investigadores:
De un grupo de 150 investigadores, se destacan los coordinadores de cada área temática.

Recurso forrajero:
Pablo Cuesta

Recursos Genéticos:
Gustavo Ossa

Silvopastoreo:
Diego Chamorro

Salud Animal:
Juan F. Gallego

Nutrición-alimentación:
Luís C. Arreaza

Transferencia de Tecnología:
Jorge Plaza

Escenarios Socio-económicos:
Fernando Cardozo

Correo electrónico:
jpulido@corpoica.org.co

El Plan avanza con procesos de investigación estratégica y de desarrollo tecnológico para sistemas de producción bovina tropical, que han permitido a los ganaderos del país muchos beneficios, tales como: Disminución de los costos de producción, optimización de la producción, mejoramiento de la calidad de los productos, incremento de la rentabilidad, sostenibilidad y mejoramiento de la eficiencia y la calidad de la gestión de los diferentes eslabones de las cadenas de lácteos y cárnicos.

La baja eficiencia reproductiva en los hatos se presenta como consecuencia de perturbaciones en los procesos reproductivos que solo son explicables por las condiciones de los nichos tropicales y que pueden ser mejoradas con estrategias de manejo ajustadas a las condiciones ecofisiológicas de los animales.

Entre las principales tecnologías generadas e implementadas en el Plan y que han mostrado mayor impacto en los sistemas de producción bovina se pueden mencionar la utilización de estrategias de establecimiento y manejo sostenible de recursos forrajeros con base en la incorporación en las praderas de leguminosas herbáceas y arbustivas como *Clitoria ternatea*, *Arachis pintoi*, *Demodium ovalifolium* y *Leucaena leucocephala*, como las principales especies que duplican la producción de carne y leche por unidad de superficie, e

incrementan las tasas de reproducción del ganado hasta en 25 unidades porcentuales adicionales, reducen los costos de fertilización nitrogenada, permiten aumentos substanciales en la calidad de los suelos y disminuyen la carga de calor soportada por los animales en el trópico bajo colombiano (Foto 1).

Pastos tolerantes a enfermedades y suplementos alimenticios a partir de subproductos agroindustriales

En esta misma temática, se han evaluado especies de pastos tolerantes a enfermedades tan limitantes para la producción ganadera, como el mión de los pastos y se han utilizado con éxito árboles forrajeros como matarratón, guacimo y saman en arreglos de cercas vivas y bancos de forraje de óptima calidad y disponibilidad (Foto 2).

En el área de alimentación y nutrición, la utilización estratégica de suplementos alimenticios a partir de subproductos agroindustriales como harina de arroz, aceite de palma, ensilajes y frutos de árboles como algarrobo y trupillo, permiten mejorar la calidad de los productos lácteos, la ganancia de peso del ganado y optimizar el uso de los pastos tropicales, caracterizados por su bajo costo, pero de limitado valor nutritivo.



Foto 1 Novillas pastando en praderas asociadas de *B. decumbens*, *Arachis pintoi* y *Demodium ovalifolium*.



Foto 2 Sistema silvopastoril en el trópico bajo colombiano.

Además, se disponen de metodologías y estrategias de formulación de dietas suplementarias para los bovinos, de acuerdo con las necesidades nutricionales por fase productiva en el hato y las circunstancias propias para cada ganadero (Foto 3).

Reducción de la morbilidad y métodos novedosos de evaluación genética y selección

En el área de Salud Animal, la utilización de protocolos para reducir la morbilidad en terneros de 12% y 15% a 2% y 3% en diferentes regiones, así como la utilización de estrategias de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en garrapatas y parásitos gastrointestinales —con base en alternativas biológicas para su control— disminuyen los costos de producción y reducen el impacto negativo sobre el ambiente en los sistemas ganaderos.

Con respecto al área de recurso animal, la utilización de métodos novedosos de evaluación genética y selección de individuos, y el uso de herramientas biotecnológicas

en el estudio de las razas bovinas criollas, han permitido avances importantes en el mejoramiento genético de los hatos y la revalorización de la biodiversidad del recurso genético animal nativo, con la perspectiva de ser colocado en mercados de carne con *sello verde* a nivel mundial. (Foto 4).

Los resultados de trabajos de investigación, realizados principalmente en las empresas ganaderas con apoyo en los centros de investigación de CORPOICA, igualmente están documentados y fueron presentados en seis seminarios técnico-científicos realizados en las regiones Caribe, Valles Interandinos y La Orinoquía.

12 productos y procesos tecnológicos aplicados en 147 casos con diferentes niveles de especificidad

Los beneficiarios del Plan Nacional de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina son los ganaderos colombianos y sus impactos se han sentido en las microregiones donde se han aplicado 12 produc-

tos y procesos tecnológicos en 147 casos con diferentes niveles de especificidad.

La aplicación de las tecnologías CORPOICA desarrolladas y probadas en el Plan incluye beneficio en las *ganaderías de doble propósito* —ubicadas en las sabanas de Córdoba Sucre y Bolívar, una microrregión con una área de 1'759.890 ha. y cerca de 2.346 productores beneficiados— como las *ganaderías de carne* —ubicadas en el Bajo Cauca Antioqueño, Valle del Sinú y Golfo de Morrosquillo, una micro-región con una área de 405.424 ha. y cerca de 338 productores beneficiados—.



Foto 3 Novillos consumiendo un suplemento energético-proteico balanceado.



Foto 4 Ganado criollo romosinuano, mejor exponente de producción de carne de alta calidad en Colombia.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. CORPOICA. (1999) "Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la empresa ganadera colombiana". Bogotá.
2. CORPOICA. (1999) "Plan Nacional de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana. Avances y resultados". Bogotá.
3. CARDOZO P., F. *et al.* "Análisis Socioeconómicos, Biofísicos y Empresariales de la Ganadería Bovina Colombiana". CORPOICA. Bogotá.
4. PULIDO H., J.I. *et al.* "Atlas de los sistemas de producción Bovina: Módulo Región Caribe". CORPOICA. Bogotá.
5. PULIDO H., J.I., *et al.* "Atlas de los sistemas de producción bovina: Módulo Microrregiones Piedemonte de la Orinoquía y la Amazonía". CORPOICA. Bogotá.
6. OSSA, G.A. *et al.* "El Mejoramiento Genético como Instrumento de Eficiencia en una Empresa de Producción Bovina". CORPOICA. Bogotá.
7. CARDOZO C., J. *et al.* "Evaluación Reproductiva y Fertilidad del Macho Bovino en Condiciones Tropicales". CORPOICA. Bogotá.

Las cadenas agroproductivas de la región amazónica colombiana

Caracterización fisiológica y uso potencial del ají amazónico

Los bionegocios son una nueva oportunidad para Colombia en general y, en especial, para regiones como el Departamento del Amazonas —cuya biodiversidad está entre las mayores del planeta—, pero requieren la sostenibilidad de un medio ambiente balanceado, mediante el desarrollo de agro-ecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías autosostenidas. Un modelo de producción sostenible se basa en el uso de recursos endógenos, adaptados a las condiciones del medio y/o a factores extremos del agro-ecosistema.

Libro:

Melgarejo, L.M., Hernández, M. S., Barrera, J. A., Bardales, X. (2004) *Caracterización y Usos Potenciales del Banco de Germoplasma de Ají Amazónico*. Bogotá, Colombia. Editorial Ducal. 107 p.

Entidades responsables:

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas / SINCHI, U.Nacional de Colombia /Depto. de Biología, Asociación de Productores Agropecuarios del Amazonas /APAA Bogotá, D.C.

Investigadora principal:

María Soledad Hernández

Co-investigadores:

Luz M. Melgarejo
Jaime Barrera
Marcela Carrillo
Ximena Bardales
Victoria González
Katherine Jaramillo
Ligia Aponte
Natalia Espinosa
Mauricio Andrade

Correo electrónico:

shernandez@sinchi.org.co

Este proyecto fue ejecutado para determinar el comportamiento agronómico de las accesiones de ají amazónico de la colección al cuidado del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas /SINCHI, que por sus características satisfagan la demanda del mercado, faciliten el desarrollo de productos de calidad, fortalezcan la cadena agro-productiva regional y diversifiquen la canasta de productos.

El proyecto incluyó la caracterización fisiológica de accesiones del banco de germoplasma de ají, analizando, durante el desarrollo de los frutos, los niveles de capsaicina, dihidrocapsaicina, ácidos orgánicos, azúcares totales, azúcares reductores, proteína y actividad peroxidasa, entre otros, y CO₂ y etileno para determinar su comportamiento fisiológico como herramientas para detección de índices de poscosecha.

Con ello se generaron las bases para aprovechar el ají nativo y para su agrotransformación, y se identificaron las tecnologías básicas para caracterizar los atributos de uso y manejo de las especies *C. annum*, *C. baccatum*, *C. frutescens* y *C. chinense* en las condiciones del Trapecio Amazónico.

Los productos agroindustriales elaborados fueron encurtidos y salsas de frutas amazónicas con ají, para los cuales se desarrolló una marca comercial ‘Majiña’ —con derecho de propiedad intelectual a través de su registro— que empieza a posicionarse en el mercado nacional, cumpliendo con los requerimientos exigidos, en los convenios de comercialización Carrefour–Carulla Vivero– Ministerio de Ambiente Desarrollo Territorial y Vivienda / MMAVD. La Asociación de productores Agropecuarios del Amazonas /APAA —cuyos compromiso y participación en el proyecto se destacan— adoptó alternativas productivas rentables dentro del concepto de cadenas agroproductivas, mediante la inclusión de especies con valor agregado.

Nuevas posibilidades para productos regionales, con impacto en las cadenas productivas

El proyecto generó nuevas posibilidades para los productos de origen regional, con impacto sobre las cadenas productivas del Amazonas, como es la producción e innovación de salsas de ají, las cuales ya están en el mercado.

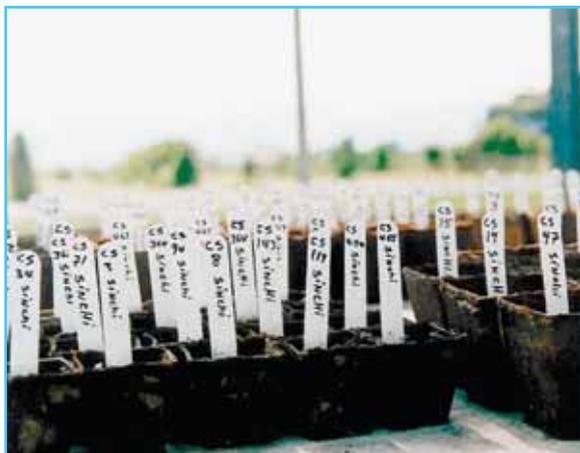


Foto 1 **Aumento de semillas.** Colección de ají amazónico en casa de malla. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI.



Foto 2 **Semilleros de ají.** Plántulas listas para trasplante al sitio definitivo. Altura 10 cm.



Fotos 3-4 A la izquierda. **Frutos de accesiones promisorias de ají amazónico.** Especies *C. annum*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. A la derecha. **Operaciones.** Selección, clasificación, lavado y desinfección durante el procesamiento.

En términos de aprovechamiento de la biodiversidad, el proyecto demostró que es posible la producción sostenible en una zona tan estratégica como el Amazonas, que, además, contribuye a fortalecer sus cadenas agroproductivas.

Por su parte, las entidades ejecutoras del proyecto SINCHI-UNAL, fortalecieron la disciplina de trabajo interinstitucional, contribuyeron a la formación del recurso humano de pre y posgrado —3 y 1 estudiantes, respectivamente—, y con pasantías de cualificación, además del aumento de la masa crítica regional.

En el nivel internacional, se divulgaron los resultados a través de presentación en eventos de alto impacto como el Congreso Anual de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas. Así mismo, los resultados científicos de esta investigación fueron presentados en diferentes eventos de carácter nacional e internacional destacándose la participación en el Simposio Internacional de Poscosecha de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas

CE —Italia, 2004— en el cual la organización seleccionó el trabajo para su presentación ‘Physiological changes in amazonic hot pepper during growth, ripening and storage’, como ponencia oral.

Esta iniciativa —convertida en un proceso de aprendizaje individual y colectivo de investigación participativa y de solución conjunta de problemas productivos y organizacionales— tuvo un positivo impacto en el sector productor, a través de la APAA.

Los ejecutores del proyecto han avanzado en la apropiación de los conceptos de manejo adecuado de cultivos, manejo poscosecha y transformación de frutas y ajíes. Durante el proyecto y después de su terminación, la Asociación ha contado con la promoción del Instituto SINCHI, entidad que canalizó recursos adicionales del Convenio de Cooperación MMAVDT / Holanda, con los cuales se completaron los trámites necesarios para la comercialización nacional.



Foto 5 Plantas de ají en plena producción. Edad 150 días.



Foto 6 Recolección. Frutos de ají en estado óptimo.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. BARRERA, J., HERNÁNDEZ, M.S., MELGAREJO, L. M. and FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. (2004) Physiological changes in amazonic hot pepper during growth, ripening and storage. Postharvest 2004 Verona, Italy. Acta horticulturae (submitted).
2. JARAMILLO, K., APONTE, L., MELGAREJO, L.M., HERNÁNDEZ, M.S., BARRERA, J. and FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. (2003) Capsaicinoids content of five hot pepper accessions from a germplasm bank of the Colombian Amazonic region. ASHS Centennial Conference. Providence, Rhode Island, October 3-6 2003. Providence, USA. HortScience 38(5): 856 (abstract)

Línea de investigación de desarrollo institucional

El sector agropecuario y rural

Cuando no hay oferta interna, prácticamente todos los bienes y servicios que requiere una sociedad para su bienestar se pueden importar. Sin embargo, un proceso del desarrollo institucional y organizacional —que es de la esencia de la estructura social, cultural y política propia— no se puede comprar a ningún proveedor internacional. El sector agropecuario ha sido objeto permanente de diagnósticos y estudios que han dado la debida importancia al tema institucional-organizacional, como explicación de la situación y perspectivas de este estratégico sector.

Entidad responsable:
CEGA, Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Absolón Machado

Co-investigadora:
Ruth Suárez

Colaboradores:
Henry Samacá
Diego Roldán
Luis Guillermo Escobar
Fanny E. Pedreros
Alejandra Chaux
Nelson A. López
Herman Ricardo Zorro
Melania Kowaleska
Fabio Buitrago
Alonso Cardona
Luis Rohenes

El Centro de Estudios Ganaderos /CEGA —entidad líder en la investigación socioeconómica del sector agropecuario— formuló en 1998 una nueva línea de investigación, denominada ‘Desarrollo Institucional para el Sector Agropecuario y Rural’, como respuesta a las circunstancias de cambio y exposición de toda la economía a los procesos de globalización y profundización en el desarrollo de los mercados. En esta línea el CEGA planteó 2 proyectos básicos: ‘Organizaciones públicas y privadas’ y ‘Casos exitosos de desarrollo empresarial’, y otros proyectos sobre las cadenas agroalimentarias del sector agropecuario y aspectos de financiación.

Como en toda la economía, el desempeño del sector agropecuario y rural está afectado por sus organismos y normatividad formal e informal, estructurados a través de diversos procesos históricos y políticos, que impactan efectivamente sobre los cambios y la modernización de la sociedad.

El desarrollo de las organizaciones que atienden el sector agropecuario, su sostenibilidad y continuidad en el tiempo, credibilidad, capacidades técnicas y operativas, así como la aceptabilidad social y de sus servicios, etc., son parte fundamental del progreso sectorial.

Ante los cambios generados —apertura económica, liberalización de los mercados, globalización de la economía, privatización del Estado, conformación de bloques económicos, tratados de libre comercio—, el sector agropecuario colombiano ha mostrado una baja capacidad de respuesta. Considerando todo lo anterior, el CEGA desarrolló una metodología de análisis institucional que presenta una propuesta instrumental para el seguimiento periódico del cambio institucional y sus impactos más importantes en el desempeño empresarial, en 6 temas básicos de estudio —financiación, organización, conocimiento básico y aplicado, mercados, nivel de vida de la población rural y entorno básico de la producción agropecuaria—, y elaboró un mapa analítico actualizado de las organizaciones, que comprende la estructura, funcionamiento y relaciones de las organizaciones públicas y privadas del sector agropecuario y rural, en el contexto nacional e internacional, así como sus cambios en una perspectiva histórica.

Este mapa fue posible al definir las variables y procesos que inducen cambios y propician la renovación y/o fortalecimiento de desarrollos institucionales generales del sector agropecuario y rural; formular propuestas que permiten adaptar, cambiar o suprimir instituciones, y consolidar los

Correo electrónico:
admachadoc@unal.edu.co



Foto 1 Prácticas culturales apropiadas. Supervisión de los cultivos ornamentales.

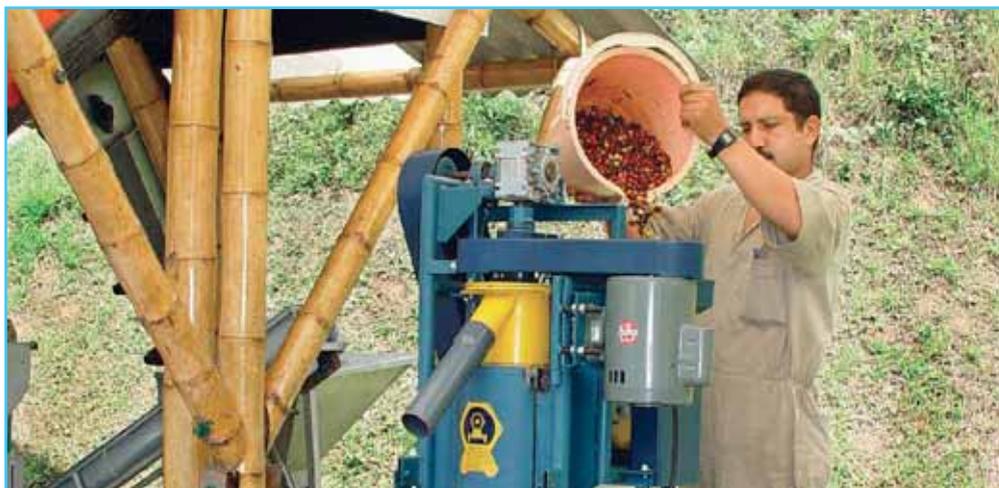


Foto 2 **Nuevas tecnologías.** Beneficio ecológico del café mediante.

sistemas productivos deseables en el tiempo; acordar una propuesta de métodos de análisis para el estudio institucional del sector agropecuario y rural; plantear una metodología instrumental de análisis y seguimiento sobre el desempeño institucional público y privado; y realizar un conjunto de diagnósticos de los principales temas de investigación propuestos.

Comprender las dinámicas e intereses que actúan en el sector agropecuario y rural

El aporte del proyecto radicó en la comprensión de la dinámica institucional y organizacional del sector agropecuario y rural, como medio para avanzar en su desarrollo, con base en la hipótesis de que las instituciones especializadas reflejan tanto el tipo de organización que predomina en la sociedad, como las concepciones sobre Estado y sociedad civil que tienen los grupos con intereses económicos, sociales y políticos que las integran.

Esta Línea de investigación de ‘Desarrollo Institucional del Sector Agropecuario y Rural’ se desarrolló en la década de 1990, como respuesta a un período crítico para este sector, y aportó una visión integral sobre la estructura y funcionamiento de las organizaciones base de su institucionalidad, y su papel en los procesos de desarrollo y formación de capital social.

Los resultados del proyecto, que aumentaron y mejoraron el conocimiento sobre este importante frente de la producción nacional, han sido especialmente útiles para las entidades públicas y privadas, gremios productivos, empresarios y actores de la economía campesina y el sector académico.

Las crisis del sector agropecuario y rural de Colombia, entre otros factores, tienen origen estructural

Una de las conclusiones del proyecto fue verificar que las crisis consuetudinarias del sector agropecuario y rural de Colombia

no sólo se relacionan con los procesos de apertura y globalización de la economía, sino que tienen un origen estructural, desde períodos anteriores, como lo han reflejado sus organizaciones e institucionalidad.

Deben destacarse el papel del CEGA en la comprensión científica de los diversos aspectos que explican el sector, y su permanente labor en el análisis causal de los fenómenos que presenta. Justamente en momentos, como el actual, de creciente globalización del sector agropecuario y rural colombiano —a través del Tratado de Libre Comercio /TLC con EE.UU. de NA. y de futuros tratados con otros países y bloques económicos— el pensamiento analítico y anticipatorio desarrollado por el CEGA es necesario para construir una ilustrada opinión pública sobre estos temas transcendentales para el país.



Foto 3 **Desarrollo sectorial.** El progreso del sector agropecuario esta condicionado por el desarrollo, continuidad y sostenibilidad de las organizaciones que lo atienden.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. MACHADO, A. y SAMACÁ, H. (2000) Las organizaciones del sector agropecuario. Un análisis institucional. COLCIENCIAS, CEGA, TM Editores. Bogotá.
2. SUÁREZ, R. (2000) Estudio de casos exitosos de desarrollo empresarial. COLCIENCIAS, CEGA, TM Editores, Bogotá.
3. ROLDÁN, D. (2000) Estado, herencia cultural y perspectivas de lo local en Colombia. CEGA, Documento de Trabajo No.2, Bogotá.
4. KOWALESKA, M. (2002) Casos exitosos de desarrollo empresarial: aspectos ambientales, CEGA, Documento de Trabajo No.4, Bogotá.
5. CHAUX, A. (2002) Estudio casos exitosos de desarrollo empresarial: el caso de la caña de azúcar, CEGA, Documento de Trabajo No.5, Bogotá.
6. MACHADO, A. (2002) Cambios organizacionales en el sector público agropecuario: el caso del Ministerio de Agricultura. Documento de trabajo No.7, CEGA, Bogotá.
7. LÓPEZ, N. (2000) Estudio casos exitosos de desarrollo empresarial: el caso de la palma de aceite, CEGA, Documento de Trabajo No.6, Bogotá.
8. MACHADO, A. (2000) Mapa analítico de las organizaciones del sector agropecuario. CEGA, Documento de trabajo No.8, Bogotá.

Desarrollo de clones y/o cultivares

Papa resistente a la gota y a los virus más limitantes en la producción

La papa es un producto alimenticio que ocupa el cuarto lugar de consumo en el mundo después del maíz, el trigo y el arroz. En Colombia, es el tercer producto de consumo después del café y el arroz, con un área aproximada de cultivo de 160.000 ha. / año. En el país, para el mejoramiento de la papa ha predominado la hibridación entre las subespecies *tuberosum* y *andigena*, que ha generado variedades muy valiosas por rendimiento y calidad, pero que en su mayoría son susceptibles a la principal enfermedad del cultivo, causada por el patógeno *Phytophthora infestans*, muy conocido como 'gota' de la papa.

Entidades responsables:
U. Nacional de Colombia /
Facultad de Agronomía,
Federación Colombiana de
Productores de Papa /
FEDEPAPA, Agricultores de las
regiones productoras de papa
de Colombia
Bogotá, D.C.

Investigadores principales:
Nelson Estrada Ramos (q.e.p.d)
Carlos Eduardo Núñez

Co-investigadores:
Celsa García
Luis E. Rodríguez
Marina Caro
Ofelia Trillos
Rosmira Rivero
Sonia Jaramillo
Sonia L. Navia
José M. Cotes

Correo electrónico:
cenutztezl@unal.edu.co

Este problema se ha controlado parcialmente con fungicidas y variedades resistentes, pero la aplicación de tales fungicidas eleva los costos de producción del cultivo, y contamina el medio ambiente. A la vez, la resistencia de inmunidad impartida por genes simples dominantes no ha resultado estable, por la producción de nuevos biotipos, o razas del hongo. Actualmente, se empieza a utilizar la resistencia horizontal dada por genes 'menores', que ha sido más duradera y reduce el uso de fungicidas.

De otra parte, la papa es afectada por virus tales como PVX, PVY, PVS, PLRV, y el virus causante del amarillamiento de venas, responsables de la frecuente degeneración de la semilla y de la reducción del rendimiento. Si las plantas se contaminan, el virus sólo se puede eliminar con tecnologías como los cultivos *in vitro*, complementadas con programas de producción de semilla.

Para aliviar al agricultor del costo de las enfermedades de la papa deben seleccionarse materiales que combinen los dos tipos de resistencia, en un proceso de construcción de bases genéticas. Esta hipótesis justificó el inicio de este proyecto, orientado a desarrollar clones y/o cultivares de

papa resistentes al *P. infestans*, causante de la 'gota' de la papa, y a uno o varios de los virus que limitan el cultivo —PVX, PVY, PVS y PLRV—. Las soluciones debían contemplar una alta aceptación por los agricultores y consumidores. Para satisfacer estos propósitos, se desarrollaron clones avanzados de papa que superan a las actuales variedades por su producción, sanidad y calidad para consumo fresco o procesamiento industrial.

Se fortaleció la cooperación con entidades nacionales e internacionales y el trabajo en red

Además, al aprovechar el potencial genético de especies y variedades que poco se han explotado, la investigación amplió el conocimiento sobre esta diversidad genética. El proyecto contó con el apoyo científico de la U. de Tubingen, Alemania, que aportó híbridos somáticos —fusiones de protoplastos— que involucraban especies silvestres resistentes, para su manipulación en cruzamientos con variedades locales y analizar su posible uso como fuentes de resistencia.



Foto 1 'Gota'. Identificación del síntoma de *Phytophthora infestans* en hojas de papa.



Foto 2 La "pastusa suprema" -clon ER-26-. Variedad registrada para la subregión Nudo de los Pastos, es actualmente la de mayor adopción en el altiplano cundiboyacense. Campo de cultivo en el departamento de Cundinamarca.

En desarrollo de la investigación se obtuvieron clones avanzados de papa —potenciales variedades— con elevada resistencia a la gota y a algunos virus, de alta calidad organoléptica e impacto directo en la reducción de los costos de producción. Las papas obtenidas se evaluaron en su resistencia a la enfermedad en laboratorio y campo, y mediante pruebas regionales en un amplio número de ambientes representativos de las zonas productoras del país.

A través del trabajo del grupo se fortaleció tanto la cooperación con entidades nacionales, como Instituto Colombiano Agropecuario / ICA y la U. Nacional de Colombia —Sede Medellín—; el sector productivo —FEDEPAPA—; como el trabajo en red y la colaboración interinstitucional con organismos internacionales —Centro Internacional de Investigación en Papa / CIP del Perú, la U. de Tubingen, Alemania, el Proyecto Internacional de Mejoramiento de la Papa de Bolivia y la U. de Wisconsin, EE. UU. de NA—.

Investigación y desarrollo participativos

El proyecto consolidó la relación del grupo científico ejecutor con los agricultores participantes y, en especial, con el Centro Virtual de Investigación de la Papa / CEVIPAPA, validando la aplicabilidad de los resultados.

A la vez, al propiciar la relación directa de la universidad con gremios de agricultores, facilitó la vinculación al grupo de varios jóvenes investigadores que desarrollaron tesis de pregrado y maestría, permitió consolidar el Grupo de Investigación en Papa de la U. Nacional de Colombia, y su reconocimiento en el ámbito investigativo.

La investigación validó los resultados en condiciones de fincas de agricultores en varios ecosistemas representativos del cultivo de la papa en el país, lo cual permite un alto grado de confiabilidad en los mismos.

Los agricultores de las zonas paperas donde se ejecutó la investigación —Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño— participaron en la experimentación, y fueron los protagonistas más importantes al definir los clones promisorios y las futuras variedades apropiadas para sus regiones.

De otra parte, el proyecto aportó conocimiento a grupos y centros de otros países que igualmente investigan y mejoran la productividad de la papa.



Fotos 3-4 Sentido de apropiación. En el proyecto se aplicaron métodos de investigación participativa, lo cual generó sentido de apropiación de los agricultores. Celebración del registro de los clones seleccionados en el proyecto como variedades para el Departamento de Nariño. Finca Jamondino, Pasto.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. COTES, M., y ÑÚSTEZ, C.E. (2001) Propuesta para el análisis de diseños aumentados en fitomejoramiento. Un caso en papa. En : Revista Latinoamericana de la papa. XII(1): 15-34. ISSN-1019-6609.
2. COTES, M., ÑÚSTEZ, C.E., MARTINEZ, R. y ESTRADA, N. (2002) Analyzing Genotype by Environment Interaction in Potato Using Yield-Stability Index. In: American Journal of Potato Research. 79(3): 211-218. ISSN-1099-209X.

Desarrollo tecnológico de la cadena productiva del tabaco

La fabricación y comercialización de puros

El consumo mundial de tabaco disminuye –según el Departamento de Agricultura de EE. UU. de NA., se redujo en 3.4%—. Aún teniendo en cuenta la reducción del uso de cigarrillos, la producción mundial de tabaco en rama es de 5.9 millones de toneladas métricas, y tan sólo 6 países –EE.UU. de NA., Alemania, Rusia, Federación Rusa, Reino Unido y Japón— importan el 54% del total. Por regiones, la Unión Europea importa el 35%, Norteamérica 18%, Asia 15% y Rusia 12%.

Libro:
Mejía, L., Coronado, R., León C., Palencia G. (2003) El cultivo de tabaco negro para la producción de capas en Colombia. CORPOICA, COLCIENCIAS, Cámara de Comercio de Bucaramanga Colombia. 89 p.

Entidades responsables:
CORPOICA, Cámara de Comercio de Bucaramanga

Investigador principal:
Luis Antonio Mejía Flórez

Este proyecto investigó sobre el cultivo, introducción, validación y comportamiento de las variedades de tabaco existentes y de otras no existentes en el Departamento de Santander y en Colombia, utilizadas para elaborar puros de alta calidad.

Igualmente, planteó posibles innovaciones tecnológicas en post-cosecha, procesamiento y comercialización; analizó las áreas cultivadas, y los sistemas actuales de producción y mercadeo nacional e internacional —especialmente Norteamérica y Europa— de la industria tabacalera colombiana; adaptó materiales genéticos en las tres principales zonas productoras de tabaco en Santander; y desarrolló la fitotecnia del cultivo del tabaco para producir capas, en particular, con variedades de origen cubano, colombiano y americano.

Con ello, se elevó la producción al introducir materias primas aptas para capa y mejorar las condiciones de almacenamiento de tabaco en rama y elaborado, y fabricación de puros. También, se introdujeron técnicas relacionadas con los sistemas de siembra, manejo en poscosecha, adecuación de casas de curado y condiciones apropiadas de humedad, temperatura y luz. Y, al innovar técnicas, se llevan nuevos conocimientos a los agricultores e industriales sobre prefermentación, fermentación, despallado y curado de tabaco para elaborar puros.

En Santander, la materia prima de tabaco negro para cigarrillos se produce en la Provincia de Soto —municipios de Girón, Floridablanca, Piedecuesta, Los Santos— y, en menor volumen, en Zapatoca, con un sistema de explotación entre aparceros y propietarios que comercializan las capas, los capotes y las picaduras en los centros de acopio de Girón y Piedecuesta.

Visión integral de la producción y comercialización del tabaco

El presente proyecto innovó la cadena productiva del tabaco en los municipios del Departamento de Santander, a partir de sus condiciones reales, para mejorar la situación económica y social de los empresarios participantes.

El proyecto adaptó los genotipos más adecuados para elaborar puros de exportación, y realizó actividades dirigidas a fortalecer el banco de genotipos de CORPOICA, elaborar las guías para realizar actividades de labranza, control eco-fisiológico, manejo agronómico y sistemas de recolección y

Correos electrónicos:
lmejia@corpoica.org.co
luismejiaflarez@hotmail.com



Foto 1 Producción masiva. Ejemplo. Plantulas de tabaco en bandejas flotantes. Instituto de Investigaciones del Tabaco, Pinar del Rio. Cuba.



Foto 2 Estructura para la cobertura o tapado en la producción de tabaco negro frente a factores bióticos y abióticos afin de asegurar capas de calidad. Estación experimental "El Arsenal", Enciso, Santander.

capacitación a los productores de tabaco. En poscosecha, el proyecto desarrolló la tecnología de secado de la hoja de tabaco, elaboró las guías para actividades de clasificación y alisado de la hoja de tabaco, y capacitó a los productores en las actividades mencionadas. En el procesamiento, mejoró la etapa de fermentación y curado de la hoja, y capacitó en actividades de desvenado y elaboración de puros.

Un conjunto de innovaciones a través de la cadena productiva del tabaco

Las innovaciones incluyen en la etapa de cultivo: Modelos optimizados de labranza como mecanismo para adecuar el suelo; sistemas adecuados de manejo agronómico de especies de tabaco puros; adaptación de genotipos que cumplan condiciones para asegurar la calidad de los puros; desarrollo de mecanismos de control ecofisiológico orientados a las condiciones regionales; prácticas operativas en sistemas de maduración, recolección y transporte de la hoja.

En la etapa de manejo de la poscosecha de las hojas: Mejoras en actividades de deshidratación y fijación del color; mejores prácticas operativas en actividades de clasificación y alisado; y condiciones adecuadas para el transporte.

En la etapa del procesamiento de la hoja: optimización de las técnicas de fermentación y curado; de las técnicas de desvenado; y apropiación y optimización de técnicas para elaborar puros y determinar sus factores de calidad. Y, en el producto, el desarrollo de empaques y empaques adecuados para la comercialización.

Tanto los cultivadores, proveedores, empresarios, comercializadores, como los funcionarios de las instituciones participantes y público en general, especialmente de Santander, han apropiado y aprovechado los resultados del proyecto, que ha logrado la participación de los actores sociales de la cadena y ha aportado a su productividad, integrando las necesidades de desarrollo tecnológico e innovación del tabaco con las tendencias de mercado.

Gestión tecnológica empresarial con alta participación de los actores sociales

Dentro del mercado global del tabaco, existen segmentos con un dinamismo especial en los últimos años, como el de los cigarrillos, en los cuales existen posibilidades para el tabaco en rama para capas y para los elaborados a mano en Colombia.



Foto 3 Plantación de tabaco negro. Variedad ICA CORPOICA ENCISO, la cual presenta un buen potencial para la producción de materia prima para la elaboración de puros. Estación Experimental "El Arsenal", Enciso, Santander.

Disminución de costos en la cosecha

Mecanización y cosecha manual asistida del café

Para afrontar las dificultades económicas de la caficultura, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ha puesto especial atención a la disminución de costos de producción, al incremento de la productividad y a la mejora de la competitividad del café en el mercado internacional.

Entidad responsable:
CENICAFÉ
Chinchiná, Caldas

Entidad participante:
Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

Investigador principal:
Carlos E. Oliveros Tascón

En la estructura de costos de producción del café, la cosecha es la actividad con mayor incidencia —representa cerca del 40%— dependiendo, entre otros factores, de la productividad del cafetal, la oferta de mano de obra, el precio del café y el valor del salario mínimo. Por lo tanto, la reducción de costos en esta labor es vital para la viabilidad económica de la caficultura.

La totalidad del café colombiano se cosecha a mano, utilizando diferentes métodos, algunos de ellos eficientes, transmitidos por generaciones. El único cambio en más de 120 años de tradición cafetera ha sido el material del canasto utilizado —que pasó de bejuco a plástico— conservando su forma y volumen.

CENICAFÉ adelanta investigaciones y desarrolla tecnologías para desprender las cerezas de café en forma mecánica, con altos rendimientos y adecuada selectividad. Esto originó el presente proyecto, que ha generado innovaciones, en particular, referidas a nuevas tecnologías y métodos que mecanicen la cosecha de café.

En el desarrollo del proyecto se identificaron técnicas para optimizar la etapa de la recolección del café, incrementar la productividad de la mano de obra de los recolectores, mejorar la calidad del trabajo y disminuir los costos.

Para ello, se investigaron los tiempos y movimientos de los procesos empleados, las micro y macro tareas realizadas al desplazarse en los árboles y la plantación, los tiempos en cada una de ellas, el efecto de la labor de recolección en la fisiología de los operarios y las actitudes de éstos y de los caficultores frente a nuevos métodos y herramientas de trabajo. Los desarrollos consistieron en la adopción de un método mejorado de recolección manual y el diseño, uso y evaluación de dispositivos mecánicos, que se han convertido en herramientas para aumentar la productividad de los recolectores de café.

Se incrementó el rendimiento operativo hasta en un 30%

Entre los impactos del proyecto se destaca la gestión para: desarrollar un método de recolección manual, que incrementa el rendimiento operativo hasta en 30% con relación al tradicional; generar conocimientos en cosecha manual asistida, semi-mecanizada y mecanizada —de gran potencial para desarrollar tecnologías de cosecha selecti-

Correo electrónico:
carlos.oliveros@cafedecolombia.com



Foto 1 **Ergonomía.** Posiciones recomendadas para recolectar frutos de café de la parte superior e inferior del árbol.



Foto 2 **Método mejorado.** Canasto de boca ancha construido para recolectar café.



Fotos 3-4 A la izquierda, **Cosecha manual de café.** Herramienta ORESEL. A la derecha, herramienta con motor operado por batería, para asistir la recolección manual de café DESCAFE.

va del café en las condiciones colombianas—; fortalecer las relaciones universidad-empresa y la cooperación entre Federacafé y universidades colombianas y extranjeras, las alianzas estratégicas con organizaciones de investigación de Norteamérica y Europa; y, sobretodo, mejorar la calidad de vida y las condiciones de trabajo de los recolectores de café y elevar el ingreso del caficultor.

Por las tecnologías desarrolladas se han presentado 9 solicitudes de patentes de invención y de modelo de utilidad.

Como parte del proyecto se realizaron 13 tesis de pregrado en ingenierías —Agrícola, 6; Electrónica, 3; Mecánica, 1; de Sistemas, 1; Agronómica, 1— y en Diseño Industrial, 1. Adicionalmente, se desarrolló 1 tesis de doctorado en Ingeniería Mecánica, y se vincularon 2 jóvenes investigadores, con auspicio de CENICAFÉ y COLCIENCIAS. También, se vincularon profesores y estudiantes de las universidades Nacional de Colombia —sedes Medellín, Manizales y Palmira—, del Valle, Surcolom-

biana de Neiva, Tecnológica de Pereira, Autónoma de Manizales, de Wisconsin-Madison, EE.UU. de NA., y del Centro de Automatización del SENA, Manizales.

Para la realización del estudio se contó con la participación de ingenieros agrícolas, ingenieros mecánicos, ingenieros electrónicos, agrónomos, biómetras, médicos, deportólogos y especialistas en ergonomía. Se contó también con la asesoría de expertos estadounidenses y españoles, principalmente, y de empresas colombianas.

Otros beneficios del proyecto

Entre las tecnologías evaluadas se consideraron los impactos a los frutos y/o ramas en forma localizada, la vibración del follaje y la vibración del tronco. Los resultados obtenidos indican que utilizando métodos de trabajo eficientes y herramientas de asistencia se puede incrementar el rendimiento operativo en porcentajes significativos.

Los principios evaluados para desprender frutos son promisorios para el desarrollo de tecnologías de la cosecha selectiva en cafetales de alta densidad, localizadas

en terrenos con pendiente de hasta 70%, que representan más del 30% del área sembrada en café.

Con el desarrollo del proyecto CENICAFÉ logró amplios beneficios al disponer de información para el desarrollo de tecnologías que disminuyen el costo unitario —\$/kg— de la cosecha de café en Colombia. Así mismo el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros, que podrá capacitar a los productores en nuevas técnicas para la cosecha manual de café.

Y en especial los caficultores y recolectores, que recibieron capacitación en cosecha manual de café, y tienen acceso a alternativas tecnológicas para la cosecha de café en las condiciones colombianas, que incrementan el rendimiento operativo y disminuyen el costo unitario.



Foto 5 **Cosecha mecanizada del café.** Equipo para plantaciones de alta densidad.



Foto 6 **Herramienta.** Dispositivo para asistir la recolección manual de café - DESCAFE.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. VÉLEZ, J.C., MONTOYA, R. y OLIVEROS, T. (1999) Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ. Boletín Técnico N° 21. 91p.
2. ARISTIZABAL, T., OLIVEROS, T. and ALVAREZ, M. (2003) Physical and mechanical properties of the coffee tree related to harvest mechanization. Transactions of the ASAE. Vol 46 (2): 197-204.
3. ARISTIZABAL, T., OLIVEROS, T. and ALVAREZ, M. (2003) Mechanical harvesting of coffee applying circular and multidirectional vibrations. Transactions of the ASAE. Vol 46 (2): 205-209.
4. GARCIA, G., ALVAREZ, M. y OLIVEROS, T. (2001) Estudio experimental de la respuesta de la rama de café ante la aplicación de impacto mecánico. Facultad Nacional de Agronomía. Medellín. 54(1y2): 1187-1209.

Macroproyecto Caña verde

Desarrollo sostenible de un cultivo fundamental en el sector agrícola colombiano

CENICAÑA ha incorporado los últimos avances científicos para caracterizar y mejorar genéticamente las variedades y detectar los patrones de variabilidad genética de patógenos e insectos de importancia económica, colocando a la cadena productiva de la caña de azúcar en Colombia en la era de la biotecnología.

Premio:

Lokkie du Toit,
Mejor artículo científico de
Agricultura. Publicación:
Torres, J. (editor). 2006.
Manejo del cultivo en
condiciones de caña verde.
Cali, Cenicana. 165 p. (Serie
Técnica No. 35)

Entidad responsable:

CENICAÑA
Cali

Entidades participantes:

Asociación de Cultivadores
de Caña de Azúcar de
Colombia /ASOCAÑA,

Corporaciones autónomas regionales de:

Cauca -CRC-,
Risaralda -Carder- y Valle
del Cauca -CVC-; Reserva
Natural El Hatico; Centro
Internacional de Agricultura
Tropical /CIAT, U. del Valle, Cali;
U. Javeriana, Bogotá

Investigador principal:

Jorge Torres

Correo electrónico:

jtorres@cenicana.org

Actualmente, cerca de 40 variedades de caña de azúcar se siembran en las 200.000 hectáreas cultivadas en el valle geográfico del río Cauca, y el 60% de esa área la ocupan las variedades CC 85-92 y CC 84-75. El desarrollo toma entre 10 y 12 años para lograr variedades de calidad, que superen a las existentes por su mayor concentración de sacarosa y mayor rentabilidad.

La entidad dispone de plantas transgénicas de caña en observación a las cuales se les ha introducido en el ADN un gen resistente al *‘síndrome de la hoja amarilla’* —la más importante enfermedad que afecta a la caña de azúcar en Colombia y Brasil— y actualmente evalúa la resistencia al virus en plantas transformadas genéticamente que, luego, se prueban en un campo experimental para verificar que no hayan perdido sus características agronómicas, especialmente, en la producción de sacarosa.

Con el desarrollo del proyecto se busca generar y asegurar la adopción de tecnologías limpias y atractivas para el manejo agronómico de la caña verde, para mantener y elevar la competitividad y rentabilidad del sector azucarero colombiano.

Aunque en países como E.U. de N.A., Australia, Islas Mauricio o Francia existen cultivos experimentales de caña transgénica, en el mercado todavía no hay azúcar de caña modificada genéticamente.

La importancia del proyecto radica en los aportes al desarrollo sostenible de la caña de azúcar, fundamental en el agro colombiano. Las mayores innovaciones tecnológicas han sido la generación de metodologías para reducir las pérdidas de sacarosa, la caracterización de clones de tecnología; la generación de dos métodos inmunoenzimáticos de diagnóstico de enfermedades virales; y las metodologías para eliminar patógenos.

Un banco colombiano de germoplasma, con 1.300 variedades de todo el mundo

El recurso genético contenido en banco de germoplasma, elemento base para seleccionar las unidades progenitoras de las nuevas variedades, es un componente fundamental del capital científico disponible en CENICAÑA.



Foto 1 Banco de germoplasma - colección en campo. El recurso genético contenido en el banco de germoplasma de caña de azúcar aporta material base para seleccionar los progenitores de las nuevas variedades.



Fotos 2-3 Cosecha en verde de caña de azúcar. Sistemas manual y mecanizado. Variedad CC 93-3895 en evaluación a escala semicomercial, registro ICA A05954.

Este banco, totalmente colombiano, reúne 1.300 variedades de todas las partes del mundo, y es la base de las investigaciones y de los desarrollos que se adelantan allí.

Cañicultores beneficiados por transferencia de tecnología

Los logros del proyecto se evidencian en las prácticas agronómicas para manejar el cultivo en verde, en las variedades aptas para la cosecha manual o mecanizada, y en los métodos efectivos para controlar enfermedades y plagas para el sistema de producción en verde.

También ha hecho aportes significativos en la mecanización del proceso, mediante el diseño, construcción y experimentación de una cosechadora mecánica de caña verde, con máquinas apropiadas para el picado de los residuos de la caña verde y máquinas y equipos para la cosecha mecanizada en verde.

Con los resultados obtenidos, se ha logrado la cuantificación del impacto económico de la cosecha de la caña verde en la estructura de costos de producción, tema fundamental para definir el precio del azúcar, sujeto de variaciones continuas en el mercado internacional.

El proyecto ha sido útil, también, para consolidar las relaciones científico-tecnológicas y académicas entre CENICAÑA, los ingenios azucareros piloto, el CIAT, las universidades y los centros regionales de investigación; y para la sostenibilidad ambiental, por la contribución al ahorro de agua de riego, eliminación de quemas en la cosecha y el control de la hormiga loca.

Colombia, líder en productividad de azúcar empacado en el mundo

Del proyecto se derivan posibilidades de patentar un bioherbicida, mejorar la calidad a partir de la planificación de los

campos para realizar la cosecha sin quema, y duplicar la productividad a partir de la utilización de la semilla de caña de azúcar libre de patógenos.

CENICAÑA ha logrado situar a Colombia como el país con mayor productividad de azúcar empacado en el mundo. El liderazgo demostrado por CENICAÑA se basa en el desarrollo de su capacidad de gestión y administración de las actividades científico tecnológicas y de innovación, en su orden interno y con otras entidades, como eje de la cadena productiva de la caña de azúcar.

Esto se explica, también, por su articulación a redes internacionales especializadas —pertenece al Consorcio Internacional de Biotecnología /CIB— lo que permite estar en contacto con grupos que disponen de las tecnologías más avanzadas en este campo y con los nuevos problemas que afectan la caña de azúcar en el mundo y, a la vez, participar en las soluciones a través de los nuevos desarrollos en biotecnología.



Fotos 4-7 Beneficios. Los resultados obtenidos de la investigación y el desarrollo tecnológico benefician de manera directa a los cañicultores a través de los programas de transferencia de tecnología hacia los sistemas de producción.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. TORRES, J. and PANTOJA, J. (2005) Soil compaction due to mechanical harvesting in wet soil. Proc. XXV Int. Soc. Sugar Cane Technol. Congress. 30th January- 4th February. Guatemala City, Guatemala. Volume II: P 332-339.
2. CRUZ, J. and TORRES, J. (2004) Field design for green cane harvesting in Colombia. Proc. XXV Int. Soc. Sugar Cane Technol. Congress. 30th January- 4th February. Guatemala City, Guatemala. Volume II: P 371-377.
3. COCK, J. and TORRES, J. (1999) Development of a tropical production system for green cane. Proc. XXIII Int. Soc. Sugar Cane Technol. Congress, New Delhi, India. Volume II:P. 130-137.

AVISPA: Modelo para integración de paradigmas orientado-objetos y satisfacción de restricciones en un lenguaje visual	pág.	148
Desarrollo de sistema para la implementación en forma remota de sistemas digitales basados en FPGAs usando internet	pág.	150
Tecnologías de apoyo para la comunicación aumentativa y alternativa	pág.	152
Telemetría inalámbrica sobre redes IP	pág.	154
TESMonitor	pág.	156
EHAS-SILVIA: Servicios de información sanitaria para las zonas rurales del Cauca	pág.	158

Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática

La evolución de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, su convergencia, el cambio del entorno nacional y mundial y el gran impacto que su aplicación ha tenido en el mundo, hace necesaria la inclusión explícita de estas temáticas en la agenda de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de países como Colombia. Atendiendo a este imperativo, en 1991 se creó el Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática /ETI.

Diego Fernando Zuluaga

Durante el cuatrienio 1991–1995, el Programa se dirigió a consolidar en Colombia grupos de investigación y desarrollo tecnológico capaces de atender las necesidades nacionales en esta área, de ofrecer soporte adecuado a la industria nacional para ayudarla a competir a nivel internacional y de enriquecer al país con la generación de conocimiento que abriera nuevas opciones al talento nacional.

Este propósito inicial fue profundizado tras la implementación del Plan Estratégico del Programa 1997–2002, cuyo objetivo fue incrementar la capacidad y la actividad de investigación y desarrollo en electrónica, telecomunicaciones e informática y favorecer un clima adecuado para el mejoramiento de los sectores productivos alrededor de las tecnologías *ETI* en Colombia.

En este nuevo Plan se identificaron 5 grandes líneas de acción: 1) Permanente generación y actualización de conocimiento en electrónica como tecnología matriz, 2) Telecomunicaciones y tecnologías de información para la Infraestructura Nacional de Información, 3) Apoyo de I&D para el desarrollo de la industria de software nacional, 4) Automatización industrial e innovación de sectores productivos y 5) Aplicación de las tecnologías *ETI* en sectores de especial importancia para el desarrollo del país, como educación, salud, medio ambiente y sector agrario.

A la fecha, el Programa ha apoyado más de 250 proyectos bajo distintas modalidades de financiación, con un aporte superior a los \$36.000 millones.

A continuación, se presenta una muestra de 7 proyectos exitosos llevados a cabo durante el período 1990 – 2005 y apoyados por el Programa. Estos casos, si bien constituyen una muestra pequeña del universo de iniciativas financiadas, brindan un panorama general de las temáticas abordadas, así como los impactos que genera la ciencia y tecnología *ETI* en la competitividad empresarial y en el bienestar social.

Actualmente, el Programa está en proceso de potenciar las capacidades generadas con miras a contribuir con estas tecnologías a una verdadera transformación productiva y social del país. Un instrumento fundamental para lograrlo es la nueva versión del Plan Estratégico del Programa de ETI, que tiene como horizonte el año 2010.

Lenguaje visual para integrar paradigmas

Modelos orientados a objetos y satisfacción de restricciones

Colombia está desarrollando capacidades propias en informática, con base en la ejecución de iniciativas de I&D promovidas por universidades, empresas y consorcios entre ellas.

Entidades responsables:
Pontificia U. Javeriana, sede Cali, con participación de la U. de los Andes, U. Autónoma de Manizales, e IRCAM de Francia (Instituto Francés de Investigación en Informática)

Grupo de investigación:
Grupo de Investigación en Ambientes Visuales de Programación Aplicada /AVISPA

Investigador principal:
Camilo Rueda

Los avances en la informática exigen progresivas y mayores capacidades científicas, en particular, en Matemáticas, para generar desarrollos tecnológicos e innovar productos y servicios competitivos en el mercado mundial abierto, dominado por firmas que operan con las altas tecnologías. Este proyecto propició avances en el conocimiento de técnicas y algoritmos eficientes de satisfacción de restricciones para problemas combinatorios, exploró formas novedosas de visualizar estructuras complejas de datos, y desarrolló un modelo visual —y, con base en éste, un prototipo de editor visual— y el cálculo formal que integra la "orientación a objetos" y las restricciones.

El grupo de investigación de la U. de los Andes consideró modelos a partir de la noción de objeto, mientras que los grupos de la U. del Valle y de la U. Autónoma de Manizales se concentraron en el tema de concurrencia y, la U. Javeriana de Cali coordinó y lideró el proyecto. Para ello se conformó un grupo pluri-institucional de investigación, se ubicó la frontera del conocimiento en formalización y desarrollo de lenguajes visuales, y se integraron al campo de la programación del computador grupos de profesionales de disciplinas distintas a la informática.

El proyecto aportó en el orden teórico, mediante 2 modelos —1 visual, 1 formal— de integración de los paradigmas de programación "orientada a objetos" y "por restricciones", ejecutados en la

práctica. Con ellos, se generó un nuevo lenguaje de programación visual, denominado Constraint-Object Defining and Iconic Applicative Language / Cordial, apoyado en la definición y adopción del nuevo modelo a partir del concepto de objeto, con su respectivo manual del usuario en línea.

‘Cordial’, nuevo lenguaje de programación visual

Cordial se basa en el desarrollo de subproductos, que incluyen el editor de Cordial que desarrolla el modelo visual —los compiladores Cordial-PiCO y PiCO / MaPiCO que llevan a cabo la transición del modelo visual al modelo formal—; la máquina abstracta MaPiCO y el sistema de restricciones que ejecuta el modelo formal. Con el desarrollo de este lenguaje de programación, el grupo de investigación se coloca en la frontera del conocimiento en informática, como se refleja en la aceptación de sus trabajos científicos en diferentes eventos internacionales.

Entre los resultados del proyecto, se destaca la validación internacional de los logros del grupo investigador por científicos del mayor nivel en lenguajes de programación, como lo reseña el artículo "Integrating Constraints and Concurrent Objects in Musical Application: A Calculus and its Visual Language", publicado en la revista especializada Constraints.

Correo electrónico:
crueda@atlas.puj.edu.co



Foto 1 Equipo de investigación. Sede del grupo Avispa en la U. Javeriana de Cali.



Foto 2 Equipo de investigación. Sede de Avispa en la U. del Valle.

En la frontera del conocimiento en informática

Otros resultados del proyecto incluyen la conformación de un grupo interinstitucional de investigación en aspectos novedosos de interacción con el computador; la integración de un laboratorio de investigación en Ambientes Visuales de Programación Aplicativa /AVISPA y técnicas de solución de problemas combinatorios con restricciones, en la U. Javeriana de Cali; el establecimiento de vínculos formales de colaboración entre el laboratorio AVISPA y el Institut de Recherche et Cordination Acoustique-musique /IRCAM a través de la definición de proyectos de investigación mutuo; y, el apoyo al convenio de investigación entre el IRCAM y el grupo de universidades públicas y privadas que se asociaron en Colombia para este proyecto.

Los usuarios se beneficiarán con el software basado en este nuevo lenguaje

Este proyecto ha contribuido a gestar escuelas de pensamiento en lenguajes de programación, generando investigación e innovación en el nuevo lenguaje, y ha fomentado la asociatividad mediante redes especializadas de investigadores nacionales e internacionales y entre universidades de distintas ciudades de Colombia.

También, ha formado talento humano en investigación en software y ha ayudado a consolidar institucional y organizacionalmente al sector de informática. A la vez, ha creado posibilidades de desarrollo de la propiedad intelectual, mediante el registro de los derechos de autor por los productos creados.

Los beneficiarios inmediatos son los investigadores y grupos de investigación en el área de los lenguajes de programación en la frontera del conocimiento informático.

A largo plazo, los usuarios de los computadores podrán beneficiarse del proyecto al mejorar el desempeño del software diseñado a partir de este nuevo lenguaje.

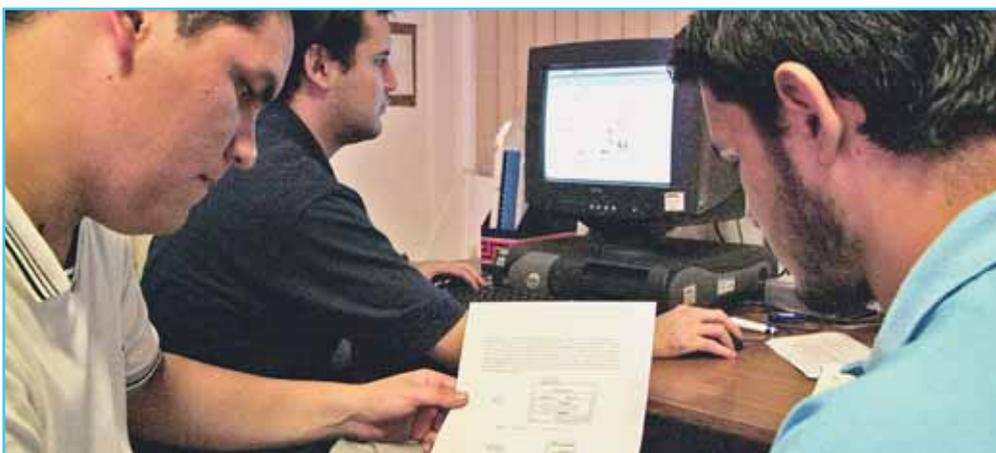


Foto 3 Trabajo interinstitucional. Estudiantes y profesores de universidades pública y privada.

Implementación Remota, con el uso de Internet

Sistemas digitales basados en una FPGA

En los últimos años se ha puesto particular interés en la generación y actualización del conocimiento en electrónica como tecnología matriz, por ser esencial para adaptar y crear diversas tecnologías con múltiples aplicaciones, y asegurar una real capacidad nacional en producción electrónica de alto valor agregado, competitiva internacionalmente.

Entidades responsables:
U. de Antioquia / Grupo de Microelectrónica y Control, Medellín y U. del Valle Grupo de Arquitecturas Digitales y Microelectrónica, Cali

Investigadores principales:
José E. Aedo Cobo
Álvaro Bernal Noreña

El presente proyecto ha fortalecido las capacidades nacionales en electrónica y microelectrónica, mediante el estímulo al trabajo de los grupos de investigación cooperativa, localizados en distintas regiones del país.

De esta manera, los investigadores se orientaron a construir un sistema de verificación funcional basado en una FPGA (field-programmable gate array), al cual se pueda tener acceso utilizando Internet; a diseñar el analizador y generador para que sean programables remotamente a través de la red; a diseñar el sistema de interconexión programable que permita conectar el analizador y el generador a los pines de una FPGA, en la cual se aplica el diseño; y, a programar la FPGA y el sistema de interconexión remota.

Una FPGA es un circuito integrado que puede ser programado en campo después de haber sido manufacturado. En principio, es similar a una PROM (programmable read-only memory), pero con mucho mayor potencial de aplicación.

El impacto del proyecto se mide por el diseño, implementación y validación del generador de estímulos basado en FPGA, con las siguientes características: 25 mhz de frecuencia de generación de estímulos; 64K vectores de capacidad de almacenamiento para vectores de estímulos; 16 cana-

les del generador de estímulos; niveles de voltaje del generador de estímulos de 3.3 V. LVTTTL (Low Voltage Transistor-Transistor Logic, y se refiere al nivel de voltaje con que operan estos circuitos); sondas del generador de estímulos con capacitancia de 3 pF; configuración de los estímulos a través del software de configuración; y posibilidad de generar señales a menor frecuencia repitiendo los vectores de estímulos en el archivo del mismo nombre —secuencia de 2 datos repetidos genera señales a 12.5 mhz—.

Igualmente, se diseñó, desarrolló y validó un analizador de timing basado en FPGA, que cuenta con las siguientes características: 50 Mhz de frecuencia de muestreo; capacidad de almacenamiento para vectores de estímulos de 64K vectores; 16 canales del analizador; niveles de voltaje del generador de estímulos de LVTTTL (3,3 V); configuración de trigger y la palabra de disparo a través del software de configuración.

También, se desarrolló la interfaz con el usuario, basada en la WEB —mediante la cual se pueden programar el analizador-generador, una FPGA con diseño digital y la interconexión entre el generador-analizador y la FPGA— que muestra en forma gráfica los resultados de la prueba. Toda la interfaz fue desarrollada en Java.

Correos electrónicos:
joseaedo@udea.edu.co
alvaro@eiee.univalle.edu.co



Foto 1 Inicio sesión. Interfaz para acceso remoto al laboratorio para la implementación de sistemas digitales.

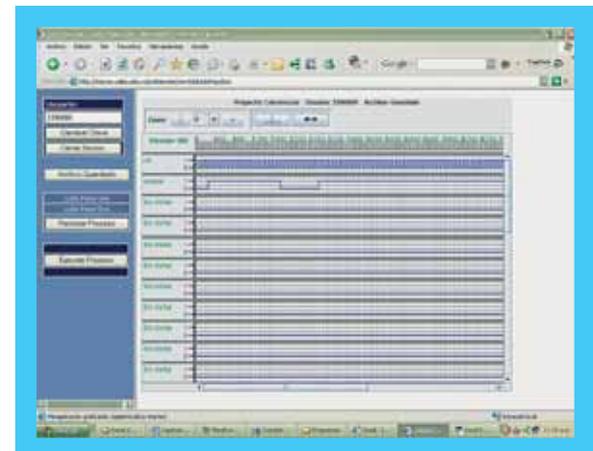


Foto 2 Entrega Resultados. Ventana de resultados después de llevar a cabo el proceso de generación y muestreo.



Foto 3 Parte del hardware del sistema: Analizador/generador y su tarjeta de programación, matriz de interconexiones y su tarjeta de programación, y FPGA de usuario.

El proyecto permitió la adquisición de una gran experiencia por los grupos de investigación involucrados, en especial, sobre administración de proyectos cooperativos de informática de alta complejidad.

Igualmente, se incrementó la experiencia técnica del grupo en el diseño de sistemas electrónicos complejos, constituidos de software y hardware.

Además, el proyecto facilitó la formación científica de un grupo de jóvenes investigadores en procesos de investigación y desarrollo en el campo de la electrónica, 5 en la U. de Antioquia y 5 en U. del Valle, los cuales actuaron como asistentes de investigación e ingenieros auxiliares en el desarrollo del proyecto.

Los estudiantes, técnicos y profesionales, en el campo de la electrónica son los mayores beneficiarios del proyecto

Por tratarse de un conocimiento especializado, los usuarios beneficiados con este proyecto son estudiantes, técnicos y

profesionales, en el campo de la electrónica, que conocen las modernas técnicas de diseño digital, basadas en el uso de herramientas de software, como los lenguajes de descripción de hardware, VHDL y Verilog y herramientas de hardware, como dispositivos lógicos reprogramables, FPGA y que estén en capacidad de tener acceso a este tipo de sistemas de prototipaje en forma remota usando Internet.

El proyecto ha contribuido a desarrollar conocimiento e innovación en un campo de la informática tan especializado como los sistemas digitales basados en FPGA, además de la articulación y asociación entre grupos de investigadores de dos universidades públicas, caso poco común en el contexto de la investigación en Colombia.

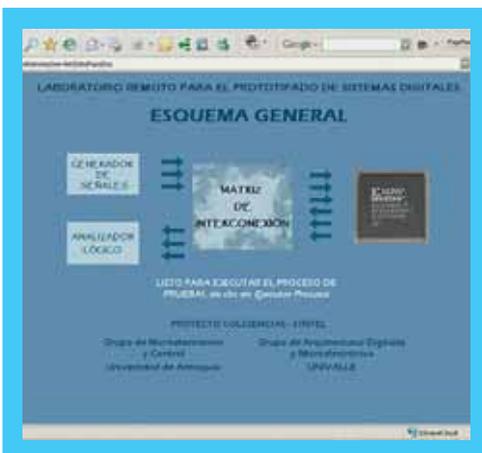


Foto 4 Esquema General

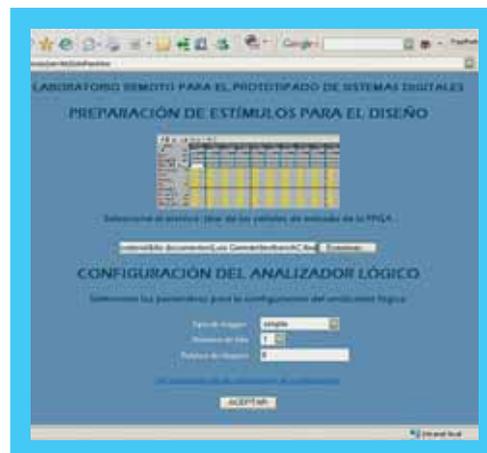


Foto 5 Preparación de Estímulos.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. GIRALDO, H., ÁLVAREZ, M. y AEDO, J. (2002) "Implementación de una tecnología para la implementación de laboratorios remotos para la enseñanza de electrónica analógica usando Internet", IE, Vigo, España.
2. GIRALDO, H., ÁLVAREZ, M. and AEDO, J. (2003) "A technology for building web-based laboratories for teaching electronics", in book: "computers and Education: Towards a Lifelong Learning Society", Kluwer Academic Publishers.
3. PÁJARO, J., TORRES, C., DUQUE, E., BERNAL, A. y AEDO, J. (2004) "Laboratorio basado en la Internet para la enseñanza del prototipado rápido de sistemas digitales", X Workshop Iberchip. Cartagena, Colombia.
4. DUQUE, E., AEDO, J., BERNAL, A. et al. (2005) "Analizador lógico de tiempos implementado en arquitectura digital reprogramable". Revista Facultad de Ingeniería, Colombia.

Tecnologías de apoyo

Comunicación aumentativa y alternativa

Las personas que no pueden expresarse de manera natural y espontánea, requieren de un proceso de intervención pedagógica fundamentado en estrategias de enseñanza para aprender otras formas de comunicación.

Entidades responsables:
U. de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Facultad de Arquitectura y Diseño;
U. Pedagógica Nacional, Facultad de Educación, Bogotá, D.C.

Investigador principal:
Juan Carlos Bohórquez Reyes

Co-investigadores:
Nahir Rodríguez
Sandra Guido
Irma Toro
Mario Pinilla
Mónica González
Álvaro Varela
Yony González
Hugo Macías
Jaime Rivera
Maureen Gutiérrez

Correos electrónicos:
jubohorq@uniandes.edu.co
nahirs@uni.pedagogica.edu.co
marpinil@uniandes.edu.co

Las personas con limitaciones expresivas aprenden a interactuar de múltiples formas y a utilizar sistemas que se soportan en ayudas tecnológicas, desde fotografías e imágenes hasta programas de software, elementos esenciales en el momento de expresar sentimientos, emociones y pensamientos.

El proyecto se orientó a ofrecer soluciones tecnológicas a la población con discapacidad que presenta problemas de interacción con el entorno, mediante el conocimiento y aplicación de tecnologías dispuestas para mejorar las condiciones de comunicación, acceso, movilidad y posicionamiento corporal.

Los principios pedagógicos que guiaron el proyecto giraron en torno al respeto por la condición individual, del ritmo de cada persona y de los intereses y necesidades comunicativas. Además, se reconoció la importancia de los contextos cultural y socioeconómico en cuanto a factores esenciales para el desarrollo de habilidades sociales.

Once estaciones de trabajo para la comunicación de personas con discapacidad

Para lograr interfases amigables y ergonómicas para los usuarios, el proyecto desarrolló once puestos de trabajo para la comunicación de personas con discapacidad, dotados con ayudas técnicas

—teclado normal; teclado alternativo, que se puede configurar en el tamaño de los caracteres; tableta de pulsadores, que puede actuar bien como mouse alternativo o bien como pulsador; y mouse normal— que incluyen el diseño de hardware y de soporte mecánico, en los cuales se involucró al Centro de Microelectrónica /CMUA y el Grupo de Diseño, Tecnología y Salud del Departamento de Diseño Industrial, ambos de la U. de los Andes, y el Grupo de Comunicación Aumentativa y Alternativa de la U. Pedagógica Nacional.

El desarrollo de software incluyó: Emulador de teclado para personas con impedimentos motores de origen cerebral o con baja visión —que no sólo funciona con programas específicos sino que, además, es genérico para cualquier aplicación y tiene retroalimentación sonora del texto editado—, para configurar el teclado alternativo; editor de cuentos; base de datos con acceso por Internet; y editor de texto con retroalimentación de sonido, para población con baja visión o con problemas motores.

La evaluación de estas tecnologías, con usuarios de la Sala de Comunicación Aumentativa de la U. Pedagógica, cuya utilización hoy es permanente con población vulnerable, demostró que los recursos y ayudas técnicas adaptadas en este espacio —hardware y software— y su aplicación en niños con necesidades especiales impactó sus dimensiones cognitiva, motora y afectiva.



Foto 1 **Contacto humano.** El respeto de la condición individual, del ritmo de cada persona y de los intereses y necesidades comunicativas fueron los principios pedagógicos que guiaron el proyecto.



Foto 2 *Tecnologías de apoyo. Las desarrolladas permiten a los usuarios apropiarse los procesos pedagógicos, aprender otras formas de comunicación y generar una mayor motivación, atención y tendencia a la interacción.*

La experimentación individual, base para establecer los logros y beneficios del proyecto

De este modo, sobre la base de la experimentación individual, se observaron incrementos en la motivación y en la atención; tendencias a interactuar, respetar turnos y ritmos de aprendizaje individual; mayor concentración, esfuerzo para solucionar problemas y tendencia a construir conocimiento. En el aspecto motor, los sistemas diseñados se observó que estimulan los esfuerzos para usar las funciones motoras, como indicar, señalar y pulsar.

Se resalta el alto grado de interdisciplinariedad de la investigación para obtener los productos señalados. El grupo generó una metodología de trabajo propia, tendiente a la comprensión de la información entre los grupos participantes — hardware/software, diseño industrial, pedagogía, etc.—, para evitar las pérdidas de las especificaciones y restricciones dadas.

Los resultados del proyecto han sido objeto de divulgación en eventos internacionales en 2004, como: "Second Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technology", en Cambridge, Inglaterra;

IBERCHIP, en Cartagena, Colombia; XI Bienal de Comunicación Aumentativa y Alternativa, en Natal, Brasil; y RIBERDISCAP, en San José, Costa Rica, en Lima, Perú y en Cartagena, Colombia (2005).

Nuevas posibilidades para establecer mejores interacciones con el entorno

Las sociedades que luchan por hacer realidad el principio de equidad de oportunidades, comprenden con mayor facilidad que la ciencia, la tecnología y la educación son elementos claves para el desarrollo de las potencialidades y capacidades de los seres humanos.

Los beneficiarios del proyecto son personas con discapacidades físicas, sensoriales o cognitivas que tienen problemas en la comunicación y la movilidad. Gracias a las ayudas tecnológicas generadas en este proyecto, estas personas tienen la posibilidad de establecer mejores interacciones con su entorno.

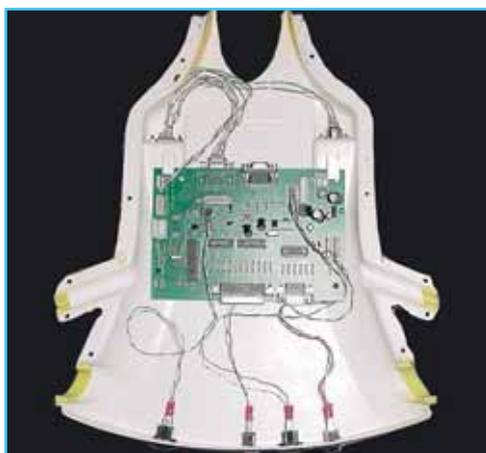


Foto 3 *Hardware. Interfaz de conexión y selección de las ayudas: Teclados normal y alternativo, "ratones" normal y alternativo y su control velocidad.*



Foto 4 *Estaciones de trabajo. Es posible reconfigurarlas según las características y necesidades de cada usuario.*

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. "Supporting Technology for Augmentative and Alternative Communication". (2004) Memorias XI Bienal de Comunicación Aumentativa y Alternativa. Brasil.
2. "Supporting Technology for Augmentative and Alternative Communication". (2004) Second Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technology. Cambridge, Inglaterra.
3. "Tecnologías de Apoyo para la Comunicación Aumentativa y Alternativa". (2004) Suplemento periódico Portafolio.
4. "Tecnologías de Apoyo para la Comunicación Aumentativa y Alternativa". (2004) -Enfoque técnico-IBERCHIP X. Cartagena, Colombia.
5. "Tecnologías de Apoyo para la Comunicación Aumentativa y Alternativa". (2004) -Enfoque pedagógico- RIBERDISCAP, San José, Costa Rica.
6. "Trabajo Interdisciplinario en el Desarrollo de Tecnología de Apoyo a la Discapacidad". (2003) Revista de Ingeniería, U. de los Andes, Uniandes, v. 18, p.26-31.

Automatización industrial e innovación

Telemetría inalámbrica sobre redes IP

El Programa de Electrónica Telecomunicaciones e Informática de COLCIENCIAS ha fortalecido la línea de automatización industrial e innovación en sectores productivos.

Entidad responsable:
Digital Communications
Technologies,
Bogotá, D.C.

Investigadores principales:
Alvaro Isaza
Gabriel Escallón

El desarrollo de la electrónica y de la microelectrónica permite mayor exactitud, eficiencia, calidad y productividad, a partir del uso de modernas herramientas de diseño y simulación, y en forma conjunta con el desarrollo de software, como en este proyecto, el cual consistió en la migración de 3 dispositivos que transmiten datos en redes Cellular Digital Packet Data / CDPD a dispositivos con capacidad para transmitir datos sobre redes Global System for Mobile Communication / GSM y Code-Division Multiple Access / CDMA.

Diseño, desarrollo y fabricación del conjunto de prototipos del sistema

El proyecto ha permitido diseñar y fabricar el conjunto de prototipos que integran el sistema, lo cual incluye tarjetas, fuentes de alimentación, versiones del firmware, alarmas, dispositivos de comunicación y rastreo.

Las tarjetas comprenden: *Tarjeta matriz*, MB, que incluye los circuitos de alimentación a 5 voltios, soporta el procesador principal, los puertos seriales para comunicación interna con los módulos de comunicación inalámbrica y de aplicaciones específicas —alarmas y localización geográfica— y con los dispositivos externos para configuración y comunicación con controladores y terminales externos. *Tarjeta de interfaz*, TB4, que permite conectar el puerto serial genérico de la tarjeta matriz, con los módulos de comunicación inalámbrica de dos fabricantes que se escogieron después del análisis de las características técnicas de los módulos OEM,

para comunicación inalámbrica celular y de verificar las condiciones comerciales ofrecidas por esos fabricantes y sus distribuidores. El prototipo previo (tarjeta de interfaz TB4) tiene interfaz con Sonny Ericsson y Wavcom. *Tarjeta Alarmas*, Vega, que se utiliza como interfaz con paneles de alarmas sobre la salida telefónica estándar de esas unidades. *Tarjeta Curren Loop*, CL: Interfaz con el medidor de corriente de Lazo de corriente MH, gama de gran utilización en Colombia y otros países de América Latina. *Tarjeta Matriz Receptora de Alarmas*, 929 MB. Los sistemas tradicionales para transmisión y recepción de alarmas requieren una central receptora que procese la información recibida antes de transmitirla a los programas de despliegue, automatización y registro de aplicaciones de monitoreo de alarmas.

Normalmente, estas centrales de recepción solamente reciben señales por vía telefónica; por consiguiente, fue necesario diseñar una central que recibiera por vía inalámbrica y por canal Ethernet. La tarjeta matriz de esta unidad receptora contiene los puertos de comunicación con módulos inalámbricos y con los dispositivos de despliegue de alarmas e indicación de estado, además alberga el módulo microprocesador, el cual incluye el puerto para comunicación Ethernet. Además, se desarrolló la *fuentes de alimentación* para tarjeta matriz receptora y, en consideración al consumo de la central receptora, se diseñó también una fuente de alimentación conmutada de gran eficiencia con capacidad de 4 amperios y salida para batería.

Correo electrónico:
aisaza@digitalcomtech.com



Foto 1 **Equipo.** Circuito impreso (arriba), producto terminado (abajo).



Foto 2 **Laboratorio de pruebas.** Vista parcial



Foto 3 Equipo. Etapa de prueba.

A la par, se escribieron las versiones del firmware operacional para las aplicaciones de alarmas, localización —GPS— y telemetría y System Control and Data Acquisition /SCADA.

También se desarrollaron las *Alarmas* —un Comunicador VEGA—, con aplicación en lenguaje C para microprocesador Microchip —programa operativo de la unidad denominada Vega que maneja las comunicaciones DTMF entre los paneles de alarma de terceros y la tarjeta de alarmas VEGA, y con los 8 circuitos de entrada-salida directa, el módulo inalámbrico, el puerto serial para configuración y los indicadores de estado— y la *Central receptora* —una aplicación en lenguaje C Premier para microprocesador Rabbit, para la central receptora de alarmas modelo 292 versión 2, que maneja los puertos de comunicación y el almacenamiento y despliega en las pantallas de cristal líquido—.

Para la *Localización y rastreo con tecnología GPS*, se desarrolló un Comunicador Antares. Esta es una aplicación en lenguaje C Premier para microprocesador Rabbit, que maneja las comunicaciones con el módulo receptor GPS modelo Lassen II de Trimble, los 8 circuitos de entrada-salida, las comunicaciones con el módulo inalámbrico y con el puerto serial para configuración. Además, incluye el manejo de eventos para determinar las condiciones de trans-

misiones, formados por combinaciones booleanas de las siguientes variables: Velocidad, tiempo, distancia, fecha, hora, barrera geográfica y estado de los circuitos de entrada.

Para la *Telemetría y SCADA*: se desarrollaron un Comunicador Capella —una aplicación en C Premier para Rabbit que maneja las comunicaciones de los puertos internos del Capella y de su puerto serial externo para conexión de los dispositivos de medición, supervisión control— y un Comunicador Central para Telemetría y SCADA, Nebula —una aplicación en C Premier para Rabbit—.

Monitoreo de alarmas, localización y rastreo con tecnología GPS

Entre los resultados obtenidos de la ejecución del proyecto se pueden destacar la financiación de la fabricación de las siguientes tarjetas electrónicas por parte de la empresa: 1.000 tarjetas matriz, 800 tarjetas de interfaz, 1.000 tarjetas para alarmas, 500 tarjetas de lazo de corriente, 200 tarjetas matriz para centrales, 200 fuentes de alimentación para centrales, la preparación del proyecto "Video Inalámbrico Sobre Redes IP", por parte de la empresa; la participación de la empresa en las ferias de Seguridad de Miami y de Washington -2003-; la

elaboración de los manuales de usuario, las fichas técnicas y los elementos de mercadeo de los productos, así como material de presentación de los productos que se publicó en el sitio web de la compañía.

Con los dispositivos desarrollados en el proyecto se benefician los usuarios de diversos sectores de la economía mediante tres aplicaciones de monitoreo de alarmas, localización y rastreo con tecnología GPS, y permitieron realizar ventas en Colombia, Ecuador y Venezuela, que demuestran la aceptación que han tenido los productos desarrollados.

Aunque es escaso el desarrollo de dispositivos para transmisión de datos sobre redes Global System for Mobile Communication /GSM y Code-Division Multiple Access /CDMA en Colombia, proyectos como el presente, constituyen un aporte importante a la capacidad tecnológica del país y al fomento de la transferencia y apropiación de tecnologías por parte de las empresas.



Foto 4 Pruebas. Verificación de los parámetros de funcionamiento.

Sistema automatizado para monitoreo y análisis del espectro radioeléctrico

TESMonitor

En Colombia, y en América Latina, la optimización del espectro radio-eléctrico enfrenta problemas de interferencias, derivadas de emisiones que exceden las potencias permitidas, ocupan más canales de los autorizados y, en ocasiones, operan en bandas no asignadas y en lugares distintos a los aprobados, afectando por igual a los operadores y al ente regulador, en un entorno de comunicaciones inalámbricas que cada vez crece más.

Entidad responsable:
TESAmérica Andina Ltda.
Bogotá, D.C.

Investigadores principales:
Daniel Rosas Tapia
Juan Felipe Machado

Con este proyecto se fortalece la capacidad de desarrollo de las tecnologías de telecomunicaciones, fundamentales para la globalización de la economía, y que atienden un mercado, por definición, de competencia global. El sistema propuesto de automatización de mediciones del espectro radioeléctrico, de manera sencilla, mediante un software especializado y aplicando una interfaz gráfica muy amigable, integra analizadores de espectro, sistemas de posicionamiento global /GPS, mecanismos de movimiento automático de antenas de recepción y, en general, cualquier tipo de instrumento de medición que el usuario requiera para automatizar actividades típicas de ingeniería en telecomunicaciones.

Una plataforma de software de clase mundial, flexible, innovadora y con una apropiada relación costo beneficio

El sistema es una plataforma de software modular y flexible, que apoya la gestión del espectro radioeléctrico desde el proceso de control y vigilancia, permite establecer un centro de control remoto de varias unidades de monitoreo por medio de redes LAN / WAN e Internet, y cuenta con numerosas funciones para el análisis y administración de la información del espectro.

Correo electrónico:
daniel@tesandina.com

El impacto del proyecto ha evidenciado en la comercialización internacional de la segunda generación de la suite de programas TESMonitor V.3, una plataforma de software de clase mundial, flexible, innovadora y con una apropiada relación costo beneficio. Esto fue posible al consolidar un método de desarrollo de software eficiente y ágil, adaptado al tipo de empresas colombianas, con grupos de desarrolladores promedio de 10 a 15 personas.

En cuanto a la comercialización, la dinámica del proyecto se observa en las ventas realizadas en el país a diferentes operadores de telecomunicaciones y en la firma de un convenio de distribución exclusiva del sistema en Centroamérica, Caribe y Región Andina, con un importante canal de distribución de varias marcas de equipos de instrumentación y monitoreo. Adicionalmente, se explora la distribución en México, España, Alemania y Brasil. Para abordar los mercados más grandes del mundo, se tiene planeada la traducción al portugués y al chino, labor que se facilita gracias al diseño modular de la herramienta.

Como subproducto de la realización del proyecto se consolidó en la empresa el Departamento de Desarrollo de Software, al integrar un equipo dedicado al software en telecomunicaciones, siguiendo estándares de calidad internacional.



Foto 1 Antena. Medición de banda ancha con servomotor controlado por TESMonitor.

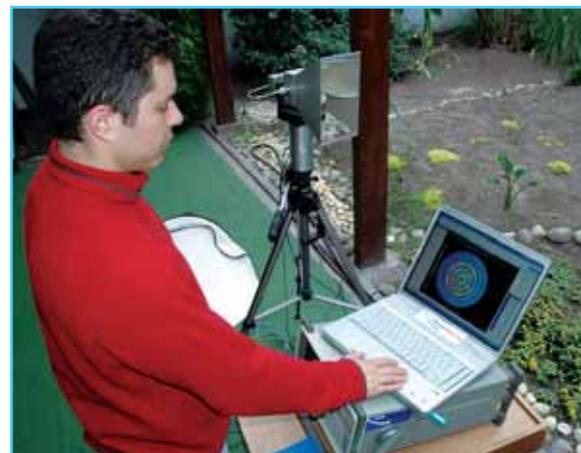


Foto 2 Interface. Herramienta amigable y con poderosas funciones de análisis.

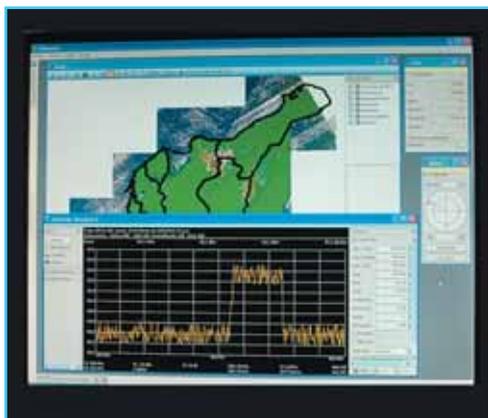


Foto 3 **Aplicaciones.** Manejo de mapas georeferenciados asociados a la medición.

Este equipo adaptó a sus necesidades una metodología de desarrollo de última generación que se encontraba, todavía, en etapa experimental por sus creadores, para hacer desarrollos modulares que pueden ser contratados con terceros.

En la actualidad, se está definiendo una estrategia para encontrar compañías con ciertos perfiles para desarrollos más genéricos que sean complementarios de los desarrollos iniciales.

Como producto de todo lo anterior, se logró posicionar la empresa como innovadora en el sector de servicios de tecnología, según la *“Revista Dinero”*, edición 186.

El software ayuda a los clientes a sugerir mejoras y productos complementarios

Con las capacidades del sistema, ahora se puede abordar una nueva estrategia de investigación de mercados. Tradicionalmente, el desarrollo de software ha partido de las necesidades internas de la empresa, originadas por los diferentes estudios de gestión del espectro electromagnético que debían realizar.

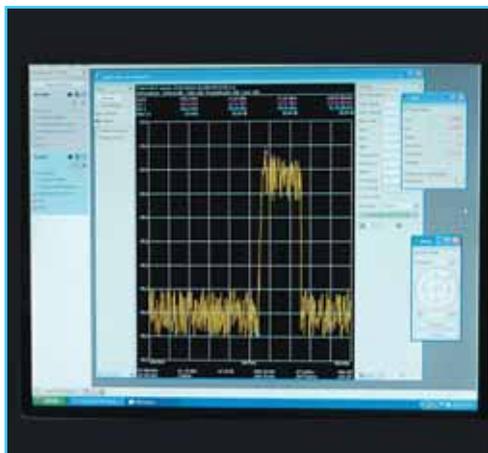


Foto 4 **Aplicaciones.** Transformación del instrumento de medición en un sistema de monitoreo.

Ahora, la misma herramienta facilita a los clientes sugerir funcionalidades adicionales e, incluso, nuevos productos complementarios.

El sistema desarrollado resuelve, principalmente, necesidades técnicas específicas de operadores de telecomunicaciones —proveedores de telefonía inalámbrica, proveedores satelitales, proveedores de microondas, etc.— y necesidades de entes reguladores, como el Ministerio de Comunicaciones de Colombia, Comisión Nacional de TV, etc., permitiendo optimizar el tiempo de ejecución de estudios de gestión del espectro electromagnético —un 40% o más—, gracias a la reducción en el proceso de análisis de información.

Un perfil empresarial competitivo con calidad global

Actualmente, la plataforma está siendo utilizada por clientes como COMCEL, Internexa, el Ministerio de Comunicaciones de Colombia, la Policía Nacional de Colombia, multinacionales de servicios como WFI en México, y está en proceso de adquisición por parte de universidades, operadores mó-

viles y satelitales en Colombia, y empresas de servicios de ingeniería en México y en Bolivia.

Dado que sistemas similares al desarrollado se encuentran en el mercado a costos muy elevados, los usuarios del sistema pueden contar con una solución altamente competitiva, desarrollada con metodologías de punta, en varios idiomas y que posee un costo más acorde con las condiciones propias de la región latinoamericana.

Como desarrollador de software especializado de alta tecnología, TESAmérica Andina Ltda. logró la certificación ISO 9001:2000 en construcción de software para telecomunicaciones, y como desarrollador nacional de tales tecnologías, ha alcanzado un perfil competitivo internacional, de calidad global.

Telemedicina en las zonas rurales del Cauca

EHAS-SILVIA Servicios de información sanitaria

El sistema de salud pública, los médicos y los pacientes de Colombia disponen ahora de las tecnologías de la información y las comunicaciones / TIC, como aliadas que les permiten superar las barreras geográficas y de infraestructura. Esta es la esencia del proyecto, que aplicó la Telemática, tecnología apropiada por la U. del Cauca, para solucionar problemas sociales.

Entidades responsables:

U. del Cauca,
Dpto. de Telemática
Grupo de Ingeniería
Telemática, Dpto. de Medicina
Social y Salud Familiar-
Grupo de Investigación en
Telemedicina Aplicada,
Dpto. de Medicina Social y
Salud Familiar
Popayán

Grupo de Investigación en
Telemedicina Aplicada,
Dirección Departamental de
Salud del Cauca
Hospitales San Carlos, Silvia y
Mamá Dominga, Guambía.

Entidades Gestoras:

Grupo de Bioingeniería y
Telemedicina de UPM y Escuela
Nacional de Sanidad del
Instituto de Salud Carlos III,
España, e Ingeniería Sin
Fronteras / ONGD

Investigador principal:

Alvaro Rendón Gallón

Co-investigadores:

Diego M. López
Aldemar Holguín
Fernanda Dulcey
Edwin Alfaro Campo
Luis Miguel Zambrano
Richard Shoemaker
Francisco Bohórquez
Albeiro Zambrano

Correo electrónico:

arendon@unicauca.edu.co

El programa `Enlace Hispano-Americano de Salud` /EHAS, es una iniciativa interinstitucional para mejorar las condiciones de los trabajadores de la salud de las zonas rurales de América Latina, impulsada desde la U. Politécnica de Madrid y la ONG `Ingeniería Sin Fronteras`—ambas de España— en Perú, Colombia y Cuba, promoviendo el uso de las TIC en la prestación de servicios de capacitación, asesoría médica y vigilancia epidemiológica.

Para hacer realidad la Telemedicina en los hospitales y puestos de salud de las comunidades de Silvia, Cauca, fue necesario montar una infraestructura tecnológica y de comunicaciones, lo que resultó un reto para el equipo de EHAS por la difícil topografía de la zona. Hoy, gracias a la Intranet de la U. del Cauca, es posible que indígenas guambianos, paeces y campesinos del Cauca puedan conectarse a la red mundial de computadores.

Entre las distintas tecnologías existentes para transferencia de información, Internet es la de más rápida evolución y mejores perspectivas. En materia de salud, esta red permite formar personal médico, acceder a información especializada, cuidar y ayudar a pacientes, hacer diagnóstico y consulta remotas, ayudar en emergencias o epidemias y educar en salud preventiva.

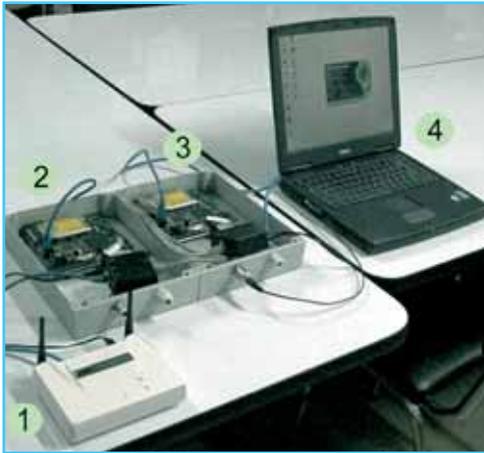
Con este proyecto, Colombia realizó aportes tecnológicos para un mejor desempeño de las distintas herramientas de Telemedicina y su posterior aplicación en otros países que quieran hacer parte de esta iniciativa.

La aplicación de la tecnología WiFi, o Internet Inalámbrico, fue el principal aporte del grupo colombiano a EHAS. Sus múltiples ventajas como conexiones más rápidas y de mayor capacidad y el manejo de grandes cantidades de información hacen esta tecnología atractiva y viable para ser utilizada en las regiones rurales del Cauca. Gracias a este aporte, sus habitantes se podrán beneficiar de la Teleradiología, pues las neumonías, tuberculosis y otras patologías que suelen darse en la región podrán ser consultadas por médicos especialistas en la capital departamental a través de Internet. Así mismo, la Teledermatología permitirá controlar los problemas de piel, tan frecuentes en esta zona, evitando de esta manera costos que asumen los indígenas al trasladarse a Popayán. La Telepatología y Telecitología también podrán utilizarse en el Cauca, pues prácticamente no existen laboratorios de este tipo fuera de Popayán.

La aplicación de la Telemedicina permitirá también capacitar a los profesionales de centros y puestos de salud a través de videoconferencias, una plataforma de teleenseñanza y el uso del co-



Foto 1 Silvia, Cauca. A la izquierda, aspectos del contexto. Carretera de montaña en la agreste geografía. A la derecha, día de mercado en la cabecera municipal.



Fotos 3-4 Algunos equipos. A la izquierda, componentes para pruebas de laboratorio del repetidor WiFi (Internet inalámbrica). A la derecha, antena de WiFi en el Hospital de San Carlos (Silvia).

re electrónico. Además, se podrá aprovechar esta herramienta para educar a la comunidad mediante foros o conferencias interactivas, particularmente, en las áreas de promoción y prevención.

Nuevas tecnologías, mayores posibilidades de mejores servicios

Con el desarrollo del proyecto EHAS se ha logrado asimilar las tecnologías de transmisión de datos del programa EHAS, basadas en el uso de radios VHF y HF; adoptar el uso de enlaces WiFi de larga distancia para proveer Internet a hospitales y centros de salud —con lo cual se mejora la prestación de los servicios de información básicos de EHAS, y se brindan servicios adicionales de Teleconferencia, Teleradiología, etc.—; configurar una plataforma de servicios de información para las comunidades rurales, aplicable en los campos de la salud, la educación, la asistencia técnica a productores, la comercialización de bienes y servicios, etc.; adoptar como eje del trabajo del equipo de salud de EHAS-Colombia la Vigilancia Epidemiológica —orien-

tando las acciones del proyecto para identificar las concepciones de salud-enfermedad de las comunidades beneficiadas, obtener el perfil social y epidemiológico de estas comunidades y, a partir de ello, definir los temas de capacitación prioritarios—; realizar acercamientos con otros proyectos similares ejecutados en el Cauca: Red Telemática de Telemedicina y Telesalud y @LIS E-LANE -U. del Cauca-, y @LIST@Iemed -Usaca, Unal-; y, conseguir nuevos apoyos de entidades internacionales para dar continuidad a la ejecución del proyecto: Banco Mundial-Programa InfoDev, Ayuntamiento de Madrid y Unión Europea-Programa @LIS.

Mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad indígena

La comunidad Guambiana es la primera y directa beneficiaria de este proyecto de investigación, realizado en búsqueda, primordialmente, de mejores condiciones de vida para esta comunidad indígena.

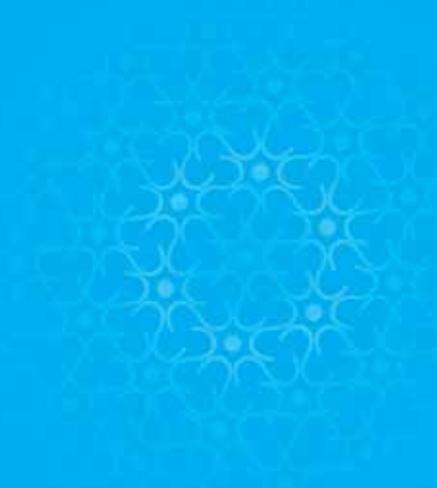
De igual manera, se beneficiaron las comunidades de la cabecera municipal de

Silvia, el Resguardo Páez de Pitayó y la Vereda de Usenda.

Este proyecto superó las expectativas que se tienen sobre la investigación científica y el desarrollo tecnológico, cuando se trata de aportar soluciones reales a problemas sociales: Lo que inicialmente fue un proyecto de alta tecnología, ahora se convierte en la base de un proceso social de mejoramiento de la calidad de vida de comunidades indígenas y rurales, y de sus expectativas de desarrollo.



Fotos 5-6 Entrenamiento. A la izquierda, parejas del personal de Salud aprenden el manejo del computador. A la derecha, personal técnico de mantenimiento.



Corrosión atmosférica en la zona industrial de Mamonal, Cartagena-CAZIM	pág. 162
Preparación, transporte y combustión de emulsiones de hidrocarburos pesados y carbón pulverizado / CCTA	pág. 164
Formulación y producción de estabilizadores químicos para suelos finos colombianos	pág. 166
Diseño, montaje y puesta en marcha de un gasificador de carbones en lecho fluidizado para el secado de ladrillos	pág. 168
Herramientas informáticas para la planeación de la red de transporte de energía eléctrica en ambientes desregulados	pág. 170
Planta móvil para beneficiar carbones del Cauca y Valle del Cauca	pág. 172
Reducción de fallas de transformadores de distribución: Un estudio de casos y controles	pág. 174

Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería

Yesid Ojeda Papagayo

Con el propósito de lograr una mayor suficiencia energética, desarrollar mejores prácticas de la utilización de la energía y generar valor agregado, en las líneas de investigación del Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería se ha otorgado prioridad a aquellos proyectos que propendan por incrementar la productividad y la eficiencia en el uso de los recursos energéticos y mineros nacionales.

Para lograr esto se ha trabajado en la consolidación de una infraestructura de investigación en las universidades y en los centros de desarrollo tecnológico. El interés del Programa ha sido financiar propuestas que cumplan con los lineamientos señalados anteriormente, y los casos exitosos que se presentan evidencian fundamentalmente sus aportes para diversificar la canasta energética, mejorar los procesos de transmisión y distribución de energía eléctrica, y contribuir al mejoramiento de la integridad de la infraestructura del país, optimizando el uso de los recursos materiales disponibles.

En tal sentido, se dio un espacio importante a proyectos que reconocen la importancia que debería jugar el carbón como energético, lo cual pasa por brindar alternativas para su uso limpio.

En ese marco se destacan los proyectos de gasificación del carbón, de emulsiones de hidrocarburos pesados y carbón pulverizado y la planta de beneficio. Los dos primeros se orientan al uso eficiente del carbón en procesos de combustión, mitigando los efectos ambientales relacionados; con el tercero —la planta— se disminuye el contenido de cenizas del carbón antes de su utilización en procesos de transformación.

Por otra parte, en el sector eléctrico son fundamentales los desarrollos que han dado lugar a mejoras en los procesos de transmisión y distribución de energía, en los cuales fue fundamental la alianza Universidad-Empresa. De ahí la reseña a los proyectos en las temáticas de planeación de la red de transporte y la reducción de fallas en los transformadores de distribución.

Finalmente, la integridad de la infraestructura es vital para el país dadas las cuantiosas inversiones realizadas, que muestran la importancia del proyecto de corrosión atmosférica por las alternativas de solución planteadas.

Igualmente, la propuesta de estabilización de suelos, además de hacer más racional y eficiente los recursos minerales empleados en la construcción de vías, plantea impactos desde el punto de vista energético por la disminución de consumo de combustibles al contar con vías en mejor estado.

Zona Industrial de Mamonal, Cartagena

Proyecto CAZIM contra la corrosión atmosférica

Las empresas de la Zona Industrial de Mamonal en Cartagena, por estar localizadas en el área costera del mar caribe colombiano, presentan en su infraestructura, maquinaria y equipos problemas específicos de corrosión atmosférica. Ello motiva el adelanto de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico como CAZIM, para producir soluciones que contrarresten los efectos conjugados de agresividad tropical, marítima e industrial en Colombia.

Entidad responsable:
Corporación para la
Investigación de la Corrosión /
CIC, Piedecuesta, Santander

**Empresas proveedoras de
recubrimientos:**
Compañía Pintuco S.A.
Energía Integral Andina
Sika Colombia
Industrias Permapint S.A.
Inseplast
Joseher Ltda.
Pedro Sánchez Ramírez y Cía.
Pinturas Terinsa
Pitoc Ltda.
Hempel Colombia
3M Colombia S.A.

**Empresas usuarias de
recubrimientos:**
Ecopetrol Cartagena
Dow Química de Colombia
Polipropileno del Caribe -
Propilco

Investigador principal:
Jorge Panqueva

Correo electrónico:
corincor@telecom.com.co

Uno de los mecanismos empleados para proteger la infraestructura industrial contra la corrosión atmosférica y mantenerla en funcionamiento, son los sistemas de recubrimientos convencionales o pinturas industriales que, una vez aplicados, condicionan la frecuencia de mantenimientos sucesivos a su durabilidad o expectativa de vida útil.

Por lo general, las empresas con problemas de corrosión atmosférica incurren en costos derivados del desarrollo de mantenimientos periódicos —altas frecuencias de mantenimiento—, pues implican la reprogramación de las actividades de producción, contrataciones no previstas e incremento de los costos fijos por el lucro cesante de improductividad de bienes y servicios.

La expectativa de vida útil de los sistemas de recubrimientos convencionales —pinturas— que se utilizan para el mantenimiento industrial, puede verse seriamente comprometida en ambientes tropicales marino-industriales, si no se tienen los conocimientos para garantizar el aseguramiento de la calidad en los trabajos de mantenimiento.

El proyecto "CAZIM", desarrollado por la Corporación para la Investigación de la Corrosión /CIC, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de

102 sistemas de recubrimientos contra la corrosión atmosférica en la Zona Industrial de Mamonal en Cartagena. Con su desarrollo los investigadores y empresarios participantes identificaron la climatología y los agentes contaminantes presentes en el ambiente y establecieron los fundamentos para seleccionar la protección por recubrimientos requerida por las empresas, en función de sus propios microambientes. Los resultados obtenidos constituyen para las empresas participantes, como es el caso de la Refinería de ECOPETROL en Cartagena, la directriz fundamental para la selección de los recubrimientos utilizados en el mantenimiento para proteger la infraestructura contra la corrosión atmosférica.

Una metodología para determinar los recubrimientos adecuados ante la corrosión atmosférica

Los 102 sistemas de recubrimientos evaluados en el Proyecto CAZIM, correspondieron a la oferta que en dicho momento se encontraba disponible en el mercado nacional de proveedores de recubrimientos industriales: fabricantes nacionales y representantes de productos internacionales.



Foto 1 Ensayos. Resistencia a la intemperie para cupones revestidos expuestos al ambiente del Weather-Ometer.

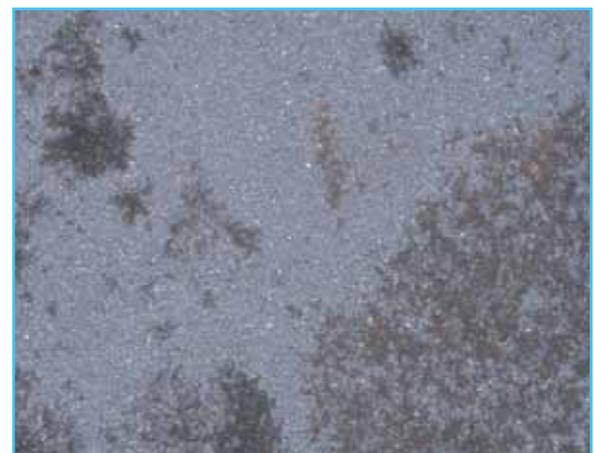


Foto 2 Calidad de limpieza. Cambio en superficie tratada inicialmente a grado SSPC SP5, en menos de una hora de exposición en ambiente normal. Zona industrial de Mamonal.



Fotos 3-4 **Deterioro.** Aspectos de los cupones revestidos expuestos a las condiciones de ambientes simulados, en cámara salina -izquierda- y en cámara ácida -derecha-.

El impacto tecnológico del proyecto se concreta específicamente en la generación de conocimiento sobre preparación de superficies, aplicación de recubrimientos, caracterización de su desempeño, evaluación de su tiempo de vida útil en ambientes reales y simulados en laboratorio e impacto de las variables climatológicas en el proceso. Todo lo anterior se estructuró en una metodología que la CIC viene aplicando sistemáticamente en otros proyectos, y de la cual se han beneficiado las empresas participantes y en la cual se destaca el uso de la técnica de espectroscopia de impedancias, realizada en laboratorio e *in situ*.

La CIC mejoró sus laboratorios con equipos de alta tecnología para el análisis de recubrimientos

CIC realizó la capacitación, mediante 2 seminarios-taller en Cartagena acerca del comportamiento de la corrosión en diferentes ambientes de trabajo, y 1 semi-

nario dedicado a la formación de inspectores, con la colaboración de National Association of Corrosion Engineers /NACE de E.U. de N.A. Durante la ejecución del proyecto hubo, también, formación de jóvenes investigadores mediante el desarrollo de 3 tesis de maestría y 3 de pregrado.

Evaluación un 60 % menos costosa

Con la aplicación de los conocimientos y el aprendizaje tecnológico del proyecto, se beneficiaron inicialmente 13 empresas —3 empresas usuarias de recubrimientos y 10 fabricantes y proveedoras de las mismas—.

La metodología desarrollada por la CIC, redujo hasta en un 60% los costos de evaluación en campo para los proveedores y usuarios de los productos participantes que, además, bajaron sus costos de mantenimiento hasta en un 39%, como efecto de la determinación del recubrimiento óptimo para sus condiciones de trabajo y ambientales y por la aplicación de menos capas.

A la vez, muestra un interesante caso de aprovechamiento de los mecanismos asociativos entre empresas afines y un centro de desarrollo tecnológico especializado, en lo cual la modalidad de cofinanciación, del Sistema Nacional de Innovación, facilitó este vínculo beneficioso entre la CIC y un grupo de empresas con problemas comunes.



Foto 5 **Corrosión.** Cupones atmosféricos de acero al carbono y aluminio expuestos en racks a campo abierto. Zona Industrial de Mamonal.

Preparación, transporte y combustión

Emulsiones de hidrocarburos pesados y carbón pulverizado (CCTA)

El mundo se encuentra en una fase del desarrollo industrial y económico signada por la crisis energética, que tenderá a aumentar, poniendo en riesgo la estabilidad y el desarrollo de los países. Esta crisis, también, es una oportunidad para poner los conocimientos científicos y tecnológicos al servicio de la generación de nuevas fuentes energéticas convencionales y no convencionales, tanto en los países avanzados como en los menos desarrollados que, tal vez con mayor urgencia, requieren soluciones a más corto plazo.

Entidades responsables:
 Instituto Colombiano
 del Petróleo/ICP
 Ecocarbón
 Ecopetrol
 U. Industrial de Santander,
 Bucaramanga

Investigador principal:
 Jorge Luis Grosso

En Colombia, país con las mayores reservas carboníferas en América Latina, por las dificultades técnicas y económicas que existen en las etapas de almacenamiento o transporte del combustible sólido, las mezclas triples CCTA —carbón, combustóleo, tensoactivo y agua—, son alternativas para aprovechar esos enormes recursos energéticos. El proyecto valoró, entre otras características de las emulsiones de hidrocarburos pesados y carbón pulverizado /CCTA, la de ser un combustible alternativo no convencional que, gracias a la tecnología desarrollada por el Instituto Colombiano del Petróleo /ICP, ha permitido el manejo del carbón fluido y su aplicación en la generación de mezclas de combustibles con sólidos suspendidos.

Después de evaluar la preparación de mezclas en laboratorio y de pruebas iniciales en planta piloto, el proyecto adelantó la evaluación de la fase semi-industrial de preparación, transporte, almacenamiento y combustión de tales mezclas en la planta piloto del ICP. El proyecto desarrolló un combustible innovador, basado en la formulación de mezclas triples, con un contenido de carbón hasta del 35% en peso, que ofrece una nueva alternativa con mayor valor agregado en el uso económico del carbón y los "crudos pesados".

Valor añadido en el uso racional de los recursos energéticos, con responsabilidad ambiental

De otro lado, el CCTA es una respuesta a las normas ambientales que exigen acelerar la disminución en los índices de contaminación por combustibles tradicionales. Su impacto ambiental es positivo, en la medida que el proceso de combustión genera el menor porcentaje de inquemados, disminuye los riesgos de contaminación por emisiones tóxicas al ambiente, en comparación con combustibles como el crudo de Castilla, la orimulsión y, por supuesto, el carbón.

Su uso es un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales —en este caso, del carbón— que genera menores temperaturas en el hogar de la caldera y emisiones bajas de NOx (0.17 Lb/MMBTU), menores que las obtenidas con combustóleo, crudo de Castilla y la orimulsión.

Se comprobó, además, la viabilidad técnica para preparar en línea la mezcla CCTA, almacenarla sin agitación por períodos mayores a 30 días, trans-

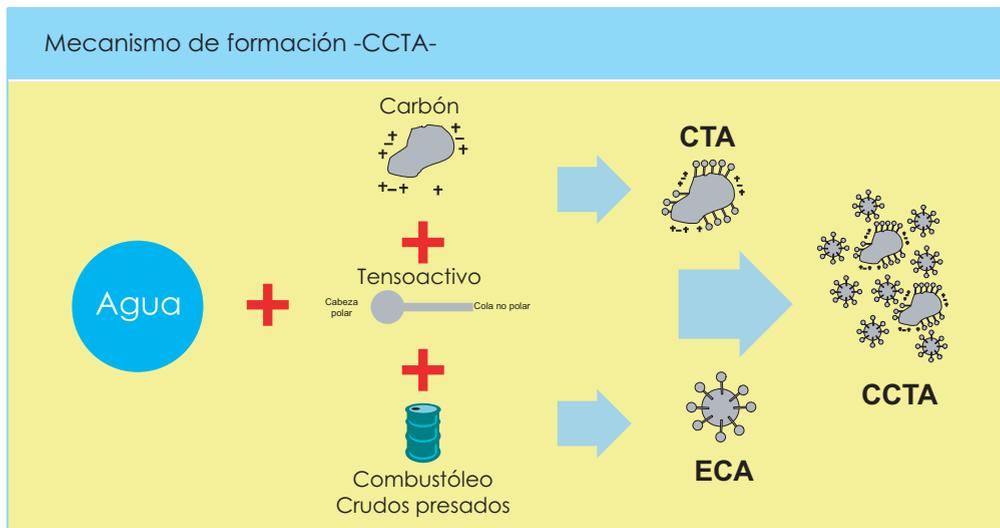
Correo electrónico:
 grosso@intercable.net.co



Foto 1 Crudo pesado y carbón sólido. Presentan dificultades de manejo a temperatura ambiente.



Foto 2 Carbón en forma de CCTA. La fluidez del CCTA es mayor que la del crudo pesado y similar a la del agua.



Esquema Descripción básica del proceso. Fuente: J. L. Grosso.

portarla con muy bajas caídas de presión por tubería y realizar su combustión continua por 22 días, para su evaluación como combustible no-conventional.

El carácter innovador de este avance tecnológico ha permitido la protección y valoración de la tecnología, y el reconocimiento de la propiedad industrial mediante patentes otorgadas en EE.UU. de N.A. y Colombia, por el desarrollo del combustible líquido no-conventional basado en mezclas triples CCTA.

El proyecto se basó en la relación universidad / centro de desarrollo tecnológico especializado, dentro del Sistema Nacional de Innovación, integrando al IPC y la U. Industrial de Santander, con el apoyo de Ecocarbón —hoy Minercol, en liquidación— y COLCIENCIAS. Esta articulación institucional, y el apoyo dado a los investigadores y al desarrollo tecnológico propio, permite que el país cuente hoy con un nuevo combustible no convencional, cuyo aprovechamiento se espera sea progresivo.

Para lograrlo se construyó una planta piloto de CCTA, cuya tecnología está lista para ser transferida a cualquier tipo de industria que demande este combustible.

Como ejemplo del alcance del proyecto, actualmente se desarrolla un proyecto regional para aplicar la CCTA a los procesos de manufactura del sector cerámico, aprovechando carbones de la zona, en Boyacá, Santander y Norte de Santander.

Beneficios para las empresas que buscan reducir los costos de energía

Dado que la mezcla CCTA puede quemarse en secadores, hornos y calderas como un combustible líquido convencional, sus primeros beneficiarios son las empresas de todos los sectores que buscan reducir costos de energía, usando combustibles baratos, de bajo impacto ambiental.

Los resultados descritos evidencian la eficiencia lograda en los procesos de asociatividad del sector público para sostener y orientar la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

El siguiente desafío de este nuevo combustible no convencional es su popularización y uso amplio en las actividades económicas e industriales del país.

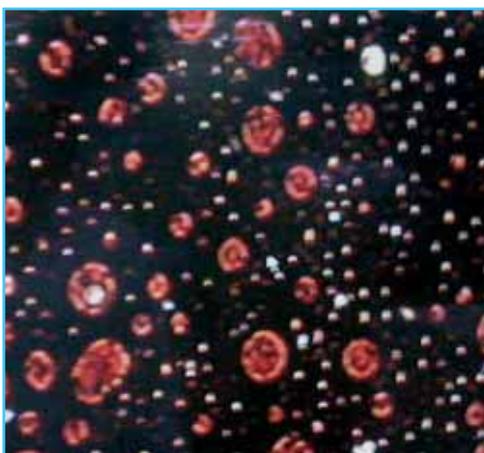


Foto 3 Morfología. Mezcla de crudo pesado-carbón-agua. Dispersión-emulsión.



Foto 4 Estudio al microscopio. Estabilidad térmica y fisicoquímica de los sistemas "CCTA".

Suelos finos colombianos

Formulación de estabilizadores químicos

La calidad de la infraestructura vial –vías de primer orden, vías secundarias y terciarias– es una determinante fundamental del desarrollo social y económico de cualquier país. En términos de kilómetros de carreteras pavimentadas y por el alto porcentaje de vías no pavimentadas y en mal estado, Colombia se encuentra muy por debajo de países de igual grado de desarrollo.

Entidades responsables:

Corasfaltos – Santander
Instituto Colombiano
del Petróleo ICP – Ecopetrol,
Piedecuesta, Santander

Departamentos participantes:

Guajira, Caldas,
Santander y Huila

Investigador principal:

Luis E. Sanabria

Co-investigadores:

Larisa Chimán
Jhon W. Correa
Alba Alvarez
Alexis Bueno
Leonel Hernández
Victoria Gaman
Liana Mogollón
Andrés Pérez
Sergio Cifuentes
Wilfre Carreño

Correo electrónico:

info@corasfaltos.com

Esta situación se debe a dificultades presupuestales y a una diversidad de factores significativos, como la existencia de suelos inadecuados para la apertura, construcción y mantenimiento de vías y los altos costos de las soluciones tradicionales. De hecho, la plasticidad de los suelos es uno de los principales problemas que dificultan la comunicación entre los municipios y eleva la inversión en construcción de carreteras.

Adicionalmente, las políticas para mantener y mejorar las vías apuntan a reponer, escarificar y, a veces, humedecer y recompactar el suelo. Existen prácticas para mejorar los suelos colocando recebo, que en cada época de invierno se pierde.

El presente proyecto comprueba que es posible construir y mejorar carreteras en Colombia a costos comparativamente bajos frente al mercado de hoy. Para ello, el proyecto desarrolló una metodología que permite identificar productos estabilizadores, con base en mezclas de sales comerciales producidas en el país y especificaciones técnico-económicas adecuadas para usarlas en el mejoramiento de las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los suelos finos —limos y arcillas—, de diferente naturaleza, sobre las cuales se construye la red vial secundaria y terciaria nacional.

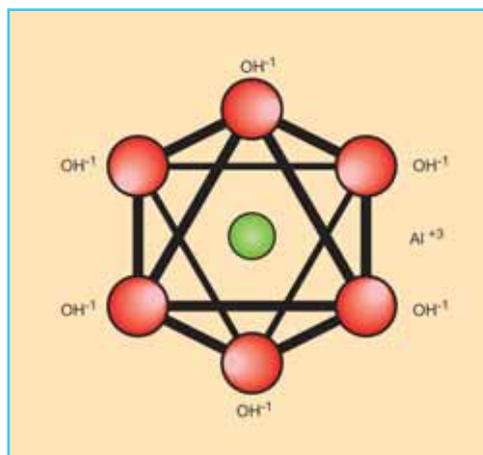
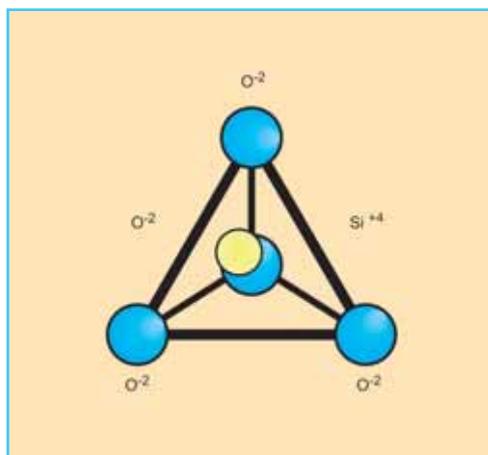
Investigación aplicada a las necesidades propias

El proyecto adelantó sus actividades tecnológicas mediante: *Ensayos de Campo*, para conocer la condición inicial de los suelos y establecer homogeneidad de la superficie y la existencia de zonas débiles que requieren de tratamiento especial para aumentar su capacidad de soporte estructural; *toma y conservación de muestras*, para disponer adecuadamente las muestras de suelo antes de iniciar el proceso de estabilización; y, *ensayos de laboratorio*, para conocer las características físicas, químicas y mecánicas y, establecer el cambio de las principales propiedades, sinónimo de las deseables para suelos de soporte de estructuras de pavimento.

La investigación comprobó que los minerales arcillosos son diferentes de un sitio a otro y de constitución variada. Las estructuras moleculares cambian de acuerdo con la cinética propia de las reacciones que se suceden al adicionar el producto estabilizador para obtener finalmente un material o estabilización perdurable, confiable para la construcción de un pavimento. Con base en las nuevas propiedades de los suelos, causadas por las reaccio-



Foto 1 Mejoramiento de la capacidad estructural del material. Colocación del producto químico.



Ilustraciones A la izquierda, representación del tetraedro de sílice. A la derecha, representación del octaedro de aluminio. Fuente: CORASFALTOS

nes químicas que han tenido con las sales —aditivos— adicionadas se realizan las siguientes fases: *Diseño* —determinación del tránsito para el período de vida proyectado (10 años), características estructurales a partir de la capacidad de soporte final, medida con el ensayo CBR, método racional para la especificación del espesor a estabilizar—; y *Construcción y asistencia técnica* —limpieza, nivelación de la subrasante, escarificación de la capa a estabilizar, aplicación de los productos químicos, compactación, imprimación, colocación de capa bituminosa superficial para rodamiento o cualquier otro pavimento, preferiblemente económico—.

Técnicas ambientales confiables para mejorar el comportamiento del suelo

Esta investigación permitió desarrollar técnicas amigables con el medio ambiente, que facilitan un mejor comportamiento del suelo en servicio, aprovechan el material propio de la vía y originan menores costos de construcción o de mejoramiento que las técnicas tradicionales.

El proyecto crea la posibilidad de contar con carreteras pavimentadas más baratas y de buena calidad, a partir del conocimiento y la metodología desarrollados. P.e., "... para una vía de 6 m. de ancho y una capa estabilizada de 30 cm. de espesor, el costo promedio para mejoramiento por Km. es de \$ 160 millones al emplear la nueva tecnología... en lugar de \$ 450 millones en promedio que requieren las tecnologías tradicionalmente utilizadas".

Mejoras en el transporte de carga y pasajeros en las vías regionales

Al contar con mejores vías, existe la posibilidad real de beneficiar el transporte de carga y pasajeros, destacándose las siguientes carreteras empleadas como tramos experimentales:

Inicialmente, en el año 2000, en los departamentos de la Guajira (vía Camarones-La Boca, 2.7 Km. Vía Hatonuevo-El Pozo, 1.2 Km.), Caldas (Vía Y de Esperanza-Parque natural los Nevados, 1.0 Km.). Posteriormente entre los años 2003 y 2005 se construyeron en el Huila (Vías urbanas del municipio de San Agustín, 0.2 Km.) y Santander (Vía Tona-Intersección carretera B/manga-Pamplona, 1.7 Km. Vía Guaca-B/manga, 1.0 Km. Vía San Andrés-Málaga, 1.0 Km. Vía Encino-La Cantera, 3.2 Km.)

En el período 2003 - 04, INVÍAS adoptó la metodología desarrollada a través del proyecto y la utilizó en el mejoramiento de vías, destacándose su aplicación en el departamento de Córdoba (Vía San Bernardo del Viento - Moñitos, 28 Km). Fruto de esta investigación, se entrega a la ingeniería nacional una "Alternativa de calidad para optimizar los recursos de construcción y mantenimiento vial".

Se destaca en este proyecto la efectiva asociación entre un centro de desarrollo tecnológico como CORASFALTOS, empresas como ECOPETROL S.A. e instituciones nacionales como INVÍAS y 4 departamentos: Guajira, Caldas, Huila y Santander.



Esquema Mejoramiento de vías a bajo costo. Metodología. Fuente: CORASFALTOS.

Secado de ladrillos

Diseño, montaje y puesta en marcha de un gasificador de carbones en lecho fluidizado

Entidades responsables:

U. Nacional de Colombia -
Sede Medellín
U. Pontificia Bolivariana
U. de Antioquia
Ladrillera San Cristóbal S.A.

Investigador principal:
Farid Chejne Janna

Investigadores:

UPB:
Juan C. Rojas
Erika Arenas
Magdalena Giraldo
Diego Rojas
Mauricio Carmona

U. Nacional -Medellín-:
Coordinador
Carlos Londoño

Jorge Espinel
Alonso Ocampo
Orlando Ruiz
Leonardo Velásquez
Eder Emery
Weimar Gil

U. de Antioquia:
Coordinador
Fanor Mondragón

Wilson Ruiz
John Fernández
Oswaldo Pérez

Ladrillera San Cristóbal S.A.
Luis C. Cuartas
Gabriel Cuartas
Víctor Aristizábal
Jairo Barrera

Correo electrónico:
fchejne@unal.edu.co

A partir del conocimiento y la tecnología de gasificación atmosférica de carbón en lecho fluidizado, en reemplazo de la combustión simple, en Colombia se ha avanzado en la competitividad del carbón como energético, así como en el mejoramiento del impacto ambiental de tal recurso.

Gas y carbón son los principales recursos energéticos disponibles en el país. Por ello, todo esfuerzo de investigación y desarrollo tecnológico en este campo tiene prioridad. De ahí la importancia estratégica de la línea de investigación para la generación de tecnologías propias de gasificación atmosférica de carbón y la construcción de equipos para fluidización de sólidos, de la U. Nacional / Sede Medellín y de la U. Pontificia Bolivariana, con la colaboración de la U. de Antioquia.

En desarrollo del proyecto se diseñó, construyó y puso en marcha un gasificador para producir un gas limpio a partir de carbones nacionales, y cuya utilización, en este caso, se experimentó para suministrar el gas caliente necesario para el secado de ladrillos.

el proyecto fue el desarrollo de una tecnología limpia y económica, mediante el diseño y construcción de una planta de tipo industrial de gasificación / combustión de carbón en lecho fluidizado, para suministrar los gases calientes y limpios necesarios en el secado de material cerámico crudo en la Ladrillera San Cristóbal.

El equipo puede fluidizar en frío 160 Kg./h de carbón y producir más de 29 ton/h de aire caliente a 150° C para secar 80 ton. de material cerámico. Con los resultados del proyecto se podrá construir un gasificador que generará alrededor de 2.800 Nm³ de gas/día. Así, el costo de producción se racionaliza aprovechando los materiales producidos en la misma industria, en reemplazo de los aislamientos térmicos y refractarios tradicionales.

Una tecnología limpia y eficiente en el uso de la energía

A través del proceso seguido se destaca la capacidad del Grupo de Investigación para idear, ensayar y construir desarrollos tecnológicos que garanticen el funcionamiento del prototipo industrial, realizados con equipos simples y de bajo costo. La principal innovación tecnológica lograda por

Racionalización de costos de producción y aprovechamiento de materiales producidos en la misma industria

Como parte del proyecto, también se adaptaron y evaluaron en su comportamiento algunos equipos existentes en las instalaciones de la em-



Foto 1 Conducto de gases. Una tecnología limpia para suministrar gas caliente para el secamiento de ladrillo.



Fotos 2-3 A la izquierda, **mezclador de gases**. Planta piloto construida por el grupo de investigación. Ladrillera San Cristóbal. A la derecha, **gasificador-combustor**. Vista general.

presa, como los ventiladores y un alimentador de carbón pulverizado; y se midieron la conductividad térmica de los materiales producidos por la empresa y las emisiones de partículas. Con este equipo, la empresa innovó sus productos, desarrollando ladrillos refractarios y otras pruebas y modelos experimentales y puede aprovechar el carbón ripio —finos de las minas, considerados desechos—, ya que la eficiencia del proceso aumenta entre 8-10% y la combustión completa elimina los inquemados.

Otro impacto se dio en las exportaciones, que iniciaron con 40 ton./ mes de material cerámico a Costa Rica. De otra parte, el equipo puede ser utilizado para la combustión y gasificación de biomasa, y en la actualidad se ha ensayado por dos meses utilizando cisco de café, en vez de carbón.

Una relación productiva

El proyecto fortaleció la relación universidad-empresa y, a través del Fondo Nacio-

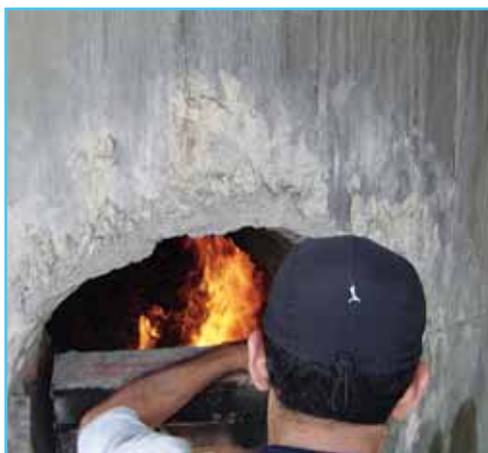
nal de Investigaciones del Carbón / FONIC —conformado con aportes de COLCIENCIAS y Minercol (antes Ecocarbón, hoy en liquidación)— favoreció la continuidad de la investigación en el sector carbonífero, con la gestación de alianzas entre los grupos de investigación de las universidades participantes. También fortaleció la comunidad científica, a través del Seminario de Combustión y Gasificación de Combustibles Sólidos —organizado por Ecocarbón, COLCIENCIAS y los grupos de investigación—; de la participación en tres Congresos Internacionales y 19 presentaciones en el IV y V Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Carbón; y, con la publicación de 2 artículos científicos en FUEL y otros más en revistas nacionales.

En el aspecto formativo de jóvenes investigadores se lograron 1 doctorado y 4 títulos máster. Y, en lo relativo al desarrollo de capacidad investigativa, 2 de los 3 grupos de investigación participantes en el proyecto quedaron calificados como de excelencia —Categoría A—, en la convocatoria para Grupos y Centros de Investigación realizada por COLCIENCIAS (2000).

Por las innovaciones en el proceso y la tecnología generada, los resultados del proyecto se encuentran en trámite del respectivo derecho de propiedad industrial, mediante patente, del prototipo desarrollado.

La tecnología de gasificación atmosférica de carbón en lecho fluidizado beneficia tanto al sector industrial, que puede contar con una tecnología limpia y eficiente en el uso de la energía, como al sector minero, al crear un nuevo mercado que ayuda a solucionar problemas sociales relacionados con el desempleo.

Este proyecto —que se inició con estudios teóricos y el diseño de prototipos en la universidad y logró transferir la tecnología desarrollada al sector productivo— es un modelo de innovación y desarrollo de tecnología en Colombia, que muestra las bondades de la asociación de esfuerzos y de capacidades.



Fotos 4-5 **Sistemas tradicionales.** Se observa la precariedad de los dispositivos. A la izquierda, medios de alimentación manual del carbón. A la derecha, soporte "hechizo" del acceso de ventilación.

Herramientas informáticas

La planeación de la red de transporte de energía eléctrica en ambientes desregulados

Dado el papel de la red en el mercado de la energía, la planeación de su expansión es un proceso clave. Su adecuada realización establece las condiciones necesarias para la libre competencia, permitiendo la prestación eficiente del suministro de electricidad, la idoneidad y viabilidad de las instalaciones, maximizando el beneficio social. Debido a las exigentes condiciones de los mercados desregulados, los modelos existentes deben ser revisados de manera que continúen siendo útiles para la toma de decisiones.

Con el proyecto, los investigadores buscaron desarrollar un modelo que superara algunas de las limitaciones existentes, p.e.: la no consideración de pérdidas, costos de operación-confiabilidad, hidrología y la variación de la demanda.

Este proyecto surgió debido al interés de promover la investigación en el país, motivo por el cual ISA acogió la iniciativa de Proantioquia para el fortalecimiento de doctorados. En consecuencia y considerando la trayectoria del Instituto de Energía y Termodinámica /IET de la UPB y del Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica / GISEL de la UIS, ISA decidió fundar una red de investigación junto con estos grupos en temas relacionados con su rol como transportador, y para este propósito, destinó entonces los recursos necesarios para formalizarla con el perfeccionamiento de los respectivos convenios.

Para promover su propio desarrollo tecnológico, ISA presentó una propuesta ante COLCIENCIAS para ampliar el alcance de la investigación iniciada a través de los convenios ISA-UPB-UIS.

Una herramienta que supera las limitaciones de los modelos existentes

Desde la perspectiva tecnológica, se desarrolló el prototipo 'HIPER_Plus', una herramienta que supera las limitaciones de los modelos existentes considerando el efecto de la desregulación. Esto se logró mediante la inclusión del costo de operación-confiabilidad-inversión como criterio de selección de planes, lo que en un ambiente centralizado se realizaba, primordialmente, considerando sólo criterios de confiabilidad, además del costo de inversión.

La generación de conocimiento se realizó en la formulación de la sensibilidad de la función-objetivo seleccionada para valorar planes de expansión al cambio de cualquiera de los parámetros que definen un elemento de red.

Además del beneficio de emplear estas expresiones, este desarrollo ha abierto una nueva línea

Entidades responsables:
U. Pontificia Bolivariana /UPB,
Sede Medellín
U. Industrial de Santander /UIS,
Bucaramanga

Empresa participante:
Interconexión Eléctrica S.A.
E.S.P./ISA

Investigadores principales:
UPB-UIS:
Rubén Darío Cruz
UIS:
Gerardo Latorre Bayona
ISA:
Andrés Villegas Ramelli

Co-investigadores:
ISA:
Jorge M. Areiza,
UPB:
Whady Flórez
UNAL-Medellín:
Sergio Botero

Contacto:
Rubén D. Cruz
Grupo de Investigación en
Sistemas de Energía Eléctrica /
GISEL

Escuela de Ingenierías
Eléctrica, Electrónica y de
Telecomunicaciones /E3T,
U. Industrial de Santander /UIS

Correos electrónicos:
glatorre@uis.edu.co
rdcruz@uis.edu.co



Fotos 1-2 Torres de transporte de energía. A la derecha, operaciones de mantenimiento.



Fotos 3-4 **Compensación paralelo.** Aspectos de la serie de pruebas.

de investigación en `modelos de síntesis y algoritmos heurísticos`.

El principal impacto académico del proyecto fue la consolidación de una red internacional que posibilitó la participación de las universidades en un tema relevante de desarrollo del sector eléctrico. El proyecto permitió innovar en cuanto a la planeación de la red, llevó a la práctica dicho conocimiento e integró estudiantes a la investigación. También, generó un interesante proceso de internacionalización mediante la interacción con investigadores de las siguientes instituciones: University of Texas, University of Central Florida, Madurai Kamaraj University y Darmstadt University of Technology. La difusión del proyecto motivó la realización de 2 pasantías en Colombia —un estudiante de Indian Institute of Technology, y otro de McGill University, de Canadá, integrados al equipo de investigación—.

En el caso específico de ISA, se han utilizado los resultados en la realización de estudios técnicos, análisis de interconexiones internacionales y fijación de criterios para la expansión de la red.

El que una de las empresas multinacionales colombianas, líder del sector, haya promovido la transformación de la actitud empresarial con respecto al patrocinio de investigaciones se considera uno de los mayores impactos de este proyecto.

Los resultados del proyecto fueron publicados en la revista `IEEE Transactions on Power Systems` y el equipo investigador fue invitado a una presentación en la `Applied Mathematical Programming and Modeling Conference` organizada por la Brunel University, en Londres, Reino Unido.

Redes más económicas y confiables, adaptadas a las condiciones del país

Los resultados obtenidos en esta investigación facilitan la toma de decisiones de expansión lo que se traduce en una red más económica y confiable, plenamente adaptada a las condiciones del país. Esto es posible como consecuencia de la inclusión de nuevos tipos de alternativas de expansión, la utilización de un proceso de optimización que asegura la asignación

adecuada de recursos, desde el punto de vista de la sociedad, y el aprovechamiento de sinergias entre las diferentes alternativas, la eliminación de eventuales restricciones impuestas por la red al mercado, la minimización de los costos de operación y las pérdidas, todo lo cual contribuye en gran medida a reducir los precios de la energía, hecho que claramente beneficia a todo el país, a través de los usuarios del servicio de electricidad.

Sector eléctrico competitivo

Este proyecto permitirá mejorar la competitividad del sector eléctrico gracias al apoyo de ISA que, aprovechando los incentivos brindados por COLCIENCIAS, estableció los mecanismos para promover su desarrollo tecnológico a través de la investigación conjunta universidad-empresa.

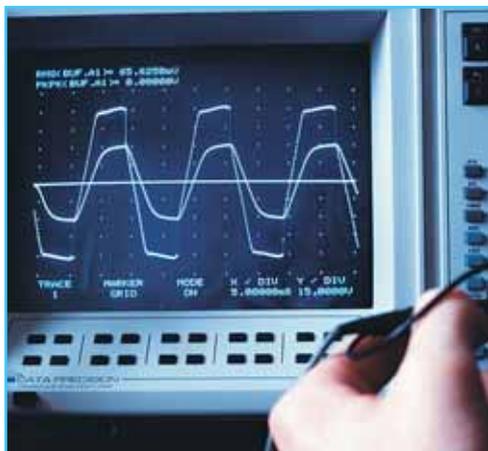


Foto 5 **Osciloscopio.** Aparato para medir la señal y mostrar su comportamiento en el tiempo.



Foto 6 **Torre de transporte de energía.** Detalle.

En Cauca y Valle del Cauca

Planta móvil de beneficio y mejoramiento de carbones

El área carbonífera de la región Sur Occidental colombiana se extiende desde el Norte de Cali, en el Valle del Cauca, hasta el Sur del municipio de Suárez, en el Cauca. Esta zona de explotación, de unos 75 Km. y un ancho que varía entre 1 y 6 Km., incluye varios municipios y tiene una producción total aproximada de 400.000 ton/año, equivalente al 1,2% de la producción nacional.

Entidad responsable:
Escuela de Ingeniería Química,
U. del Valle
Cali

Empresas participantes:
Sociedad Minera Carjesh Ltda.
Empresa Nacional Minera -
MINERCOL Ltda.

Gremio participante:
Federación de Productores de
Carbón del Cauca y Valle del
Cauca

Investigador principal:
Juan Manuel Barraza

Co-investigadores:
Jorge E. López
Nilson Mariaga

Asistentes de investigación:
Julio C. Etayo
Isabel Mejía
Jorge L. Pineres
Andrés Rojas

Correo electrónico:
jubarraz@univalle.edu.co

Sin embargo, el consumo aproximado de carbón, en especial en las industrias de Cali-Yumbo, es de 820.000 ton/año, que representa alrededor del 20% del total nacional. Esto coloca al Sur Occidente como una de las regiones de mayor consumo de carbón. La zona presenta una baja explotación y producción por que algunos de sus carbones tienen un alto contenido de material mineral y azufre—se consideran no comerciales, de baja calidad— y es costoso obtener los productos competitivos porque se encuentran bastante profundos. Estas características implican que los consumidores locales compran carbones de otras regiones en mayor proporción, con efecto negativo sobre la economía local, en términos de empleo, ingresos, desarrollo empresarial e impacto ambiental.

El proyecto desarrolló una planta móvil para el beneficio de carbones de la región—en términos de mejoramiento de calidad y competitividad y del desarrollo de conocimientos y tecnologías en procesos de beneficio de los productores locales— mediante la transferencia de la tecnología desarrollada en la U. del Valle y de otras experiencias en procesos de beneficio de carbones.

A la vez, el proyecto tuvo impacto en el incremento de la oferta de empleos, aprovechando las minas no explotadas y en la reducción de los costos relacionados con el transporte.

Mayor competitividad de los carbones del Sur Occidente colombiano

En el corregimiento de Buitrera, Cali, se desarrollaron las principales etapas del proyecto: la transferencia de tecnología en planta piloto, mediante el diseño, montaje e iniciación de operaciones de una planta móvil, con capacidad de 6 toneladas/h. de carbón alimentado.

Como efectos del proyecto se mejoró la calidad de los carbones alimentados al reducir su contenido de cenizas en todas las corridas experimentales, con lo cual se incrementó la competitividad de los carbones del Sur Occidente colombiano, uno de los mayores impactos económicos del proyecto, que posibilita la venta de mezcla de triturado de carbones de mantos comercializables y no comercializables, lo que se traduce en mayores ingresos para los mineros y, por esta vía, en el mejoramiento de sus condiciones y calidad de vida.

Entre los logros, se destacan la inversión de la Sociedad Minera Carjesh Ltda. en el desarrollo del proyecto, la mayor experiencia alcanzada en la gestión de proyectos tecnológicos a escala piloto, la capacitación del personal operativo de las minas,



Foto 1 Trituradora de rodillos dentados de carbón.



Foto 2 Ciclón only water de cono truncado.

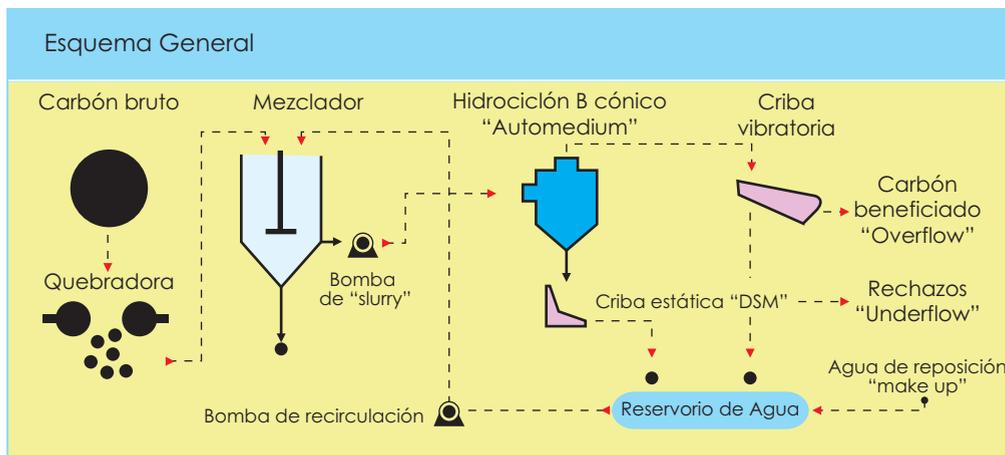


Diagrama Proceso de beneficio de carbones. Fuente: Documentos del Proyecto.

y la formación de un investigador en el nivel de Maestría en Ingeniería Química aplicada al beneficio del carbón.

Con el proyecto, además, se consolidó el área I+D de la empresa inversionista; se establecieron alianzas entre mineros interesados y se creó una infraestructura para realizar futuros proyectos de investigación y desarrollo tecnológico; se adelantó la difusión del proyecto ante la comunidad científica y minera; y, se aportó al desarrollo sostenible, al producir carbones de bajo contenido de cenizas.

Cambios en la cultura empresarial minera con amplia proyección socio-económica

El proyecto beneficia significativamente a la minería del carbón —en cerca de 70 explotaciones mineras y de producción de este recurso mineral de los municipios de Yumbo, Cali, Jamundí, en el Valle del Cauca, y Buenos Aires, Suárez y El Tambo, en el Cauca— y a la industria vallecaucana, principalmente, que contará con carbones locales de mejor calidad y precio.

Los procesos generados por el proyecto promovieron, a la vez, un cambio en la cultura empresarial minera, en especial, en su capacidad para desarrollar alianzas tecnológicas para enfrentar problemas de competitividad y calidad.

Sobre la base del éxito del proyecto, se abren posibilidades para continuar el proceso de I+D con participación de los mineros, orientándolo a incrementar el beneficio, aumentar la producción y mejorar la calidad de los carbones de la región, desarrollar procesos de tratamiento de finos procedentes de la extracción y la molienda, realizar su briquetización, beneficiar carbones por procesos químicos hasta el nivel de ‘ultra-limpios’ —0,5% de ceniza— para producir negro de humo y otros subproductos, y licuar o pirolizar los productos beneficiados para lograr hidrocarburos líquidos y gaseosos, de mayor valor agregado.

Se destacan la integralidad y continuidad del proceso de investigación generado a partir de 1998, cuando COLCIENCIAS y Ecocarbón financiaron a la U. del Valle el proyecto ‘Beneficio de carbones del Cauca y Valle del Cauca mediante sepa-

raciones ciclónicas en medio denso y flotación burbujeante’, para el diseño de una planta piloto en laboratorio.

Sobre la base de los resultados de las corridas experimentales en esa planta se estructuró el presente proyecto de montaje de la planta piloto industrial.



Foto 3 Planta de beneficio de carbones usando ‘separación ciclónica’.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. ETAYO, J., BARRAZA, J. and GARCÍA, J.B. (2005) ‘Test Rig to clean coals from Southwestern of Colombia’, 2nd, Mercosur Congress on Chemical Engineering, Brazil.
2. ETAYO, J., BARRAZA, J. y GARCÍA, J.B. (2005) ‘Planta para beneficiar carbones del Sur-Occidente Colombiano’. XXIII Congreso Colombiano de Ingeniería Química, Manizales, Colombia.

Estudio de casos y controles

Reducción de fallas de transformadores de distribución

La falla de los transformadores de distribución es un problema cotidiano en las redes de conducción eléctrica en Colombia, particularmente, en las zonas rurales.

Entidad responsable:
U. Nacional de Colombia,
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería
Eléctrica.
Bogotá, D.C.

Empresa participante:
CODENSA S.A. E.S.P.

Investigadores principales:
Francisco Román Campos
Antonio Mejía Umaña

Co-investigadores:
Pedro Pineda
Marley Becerra

El índice de fallas en los transformadores de distribución en la zona alrededor de Bogotá ha sido del orden del 5% global, discriminado en: 2% área urbana, 15% área rural y 52% en casos críticos como el de Topaipí, Rionegro. El porcentaje de fallas en transformadores de distribución en la zona rural resulta ser 5 o más veces mayor que el índice de fallas en la zona urbana. Durante los últimos 10 años se han generado alternativas de solución, con algunos resultados, con una inversión de US\$3 Millones en equipos, transporte, EDS (energía dejada de suministrar), compensaciones, etc.

Se llegó a la necesidad de revisar las alternativas implementadas y evaluar sus resultados, y se hallaron como posibles causas de las fallas de los transformadores las relacionadas con: voltajes mayores de lo normal, de origen atmosférico, producidos por rayos; falta de protecciones contra voltajes anormales en ambos lados del transformador; corrientes de "corto circuito" en el lado de "baja tensión"; ausencia de conexión eléctrica a tierra en los transformadores de distribución; e inadecuada coordinación de los aislamientos eléctricos en las redes de distribución. Estas fallas en los transformadores están en vía de solución, por el conocimiento y la tecnología desarrollada por investigadores colombianos que enfrentan los desafíos del sector eléctrico.

Los orígenes de este proyecto se remontan a 1990 con el trabajo sobre el tema entre la Empresa de Energía de Bogotá y la U. Nacional de Colombia.

Desde 1997, la protección integral aplicada a 31 unidades críticas, redujo las fallas del 50% a 1.2% / año, de acuerdo con la evaluación realizada a mediados de 1999. El proyecto actual partió de estudiar las fallas de los transformadores de distribución en las zonas cubiertas por CODENSA S.A. E.S.P. "empresa distribuidora de energía", y actualizar y consolidar las estadísticas de falla de transformadores de distribución rural, para comprender el problema, e iniciar la investigación y el desarrollo tecnológico consecuente.

Entre las dificultades del proceso, se identificaron: Falta de mantenimiento; deficiencias en la especificación de las protecciones; desconocimiento en el país de fenómenos como el de la inducción de voltajes de gran magnitud en las líneas y su importancia en nuestro medio; ausencia de seguimiento de las alternativas propuestas para reducir el índice de fallas; y, también, escepticismo sobre la posibilidad de que el Grupo de Investigación pudiese solucionar el problema.

Reducción en las fallas en los transformadores por los cambios en el montaje

Como consecuencia de los cambios en el montaje de los transformadores, planteados por el proyecto, se redujeron las fallas, con beneficios estimados en \$1.700 Millones / año, por los siguientes factores: menor costo de los transformadores fa-



República de Colombia

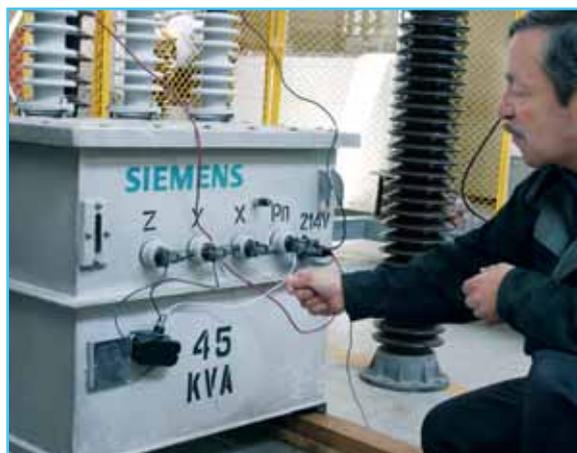


Foto 1 Descargadores de baja tensión. Son fundamentales en la protección de los transformadores de distribución rural contra descargas atmosféricas.



Foto 2 Evaluación. Comprobación de la posibilidad de reducir los aislamientos de las estructuras y concentrarse en las protecciones contra sobretensiones.



llados; la novedosa reducción del aislamiento en las redes de distribución; uso espacios de madera para reducir el aislamiento que garantiza la continuidad del servicio y la protección de los equipos; instalación estándar de pararrayos en el lado de baja tensión de los transformadores; verificación del estado de las protecciones de media tensión de los transformadores; y, reducción de lazos inductivos en la instalación.

El proyecto, también, consolidó la relación entre la U. Nacional de Colombia y la Empresa de Energía de Bogotá /EEB luego, Codensa S.A. y, posteriormente, en la nueva fase del proyecto, con la Empresa de Energía de Cundinamarca; fortaleció la comunidad científica; divulgó la experiencia entre investigadores de otros países —Australia, EE.UU. de NA., Brasil— y en las electrificadoras nacionales de Cundinamarca y Huila; presentó sus resultados en eventos como International Conference on Lightning Protection /ICLP, ALTAE y SIPDA; y, permitió el desarrollo de tesis de maestría a varios jóvenes investigadores.

Con la "protección integral" de transformadores de distribución propuesta en el proyecto se han intervenido cerca de 5.000 equipos en la red de CODENSA en el área rural del Cundinamarca.

Protección integral se adelantó en las zonas con mayor índice de fallas

El montaje de la protección integral se adelantó en las zonas con mayor índice de fallas, iniciando por los municipios de Topaipí y La Palma, en la zona Río Negro, límites con el Valle del Magdalena Medio, zona caracterizada por el gran número de tormentas eléctricas —nivel cerámico—.

La reducción del índice de fallas asegura la protección y mayor vida útil de los equipos, reduce los costos de administración, operación y mantenimiento y da continuidad del servicio con el correspondiente beneficio social, en la zona rural especialmente. Como efecto de la protección integral recomendada, en el área rural atendida por CODENSA se pasó en promedios de fallas / año, de 1.500 transformadores en 1988 a 900 unidades después de la intervención.

Con estos resultados quedan abiertas las posibilidades para continuar con la línea de I+D sobre fallas en los transformadores, mediante el desarrollo de protecciones robustas relacionadas con baja tensión, necesarias en zonas con alto nivel cerámico, la evaluación del estado de las protecciones,

la elaboración de coordinación de aislamiento en redes de media tensión, y el cambio de cultura organizacional en las empresas responsables de la instalación de los transformadores.



Foto 3 Evaluación. En los laboratorios de la U. Nacional de Colombia se comprobó el funcionamiento de aparatos de protección como los CLAHs (current limiting arcing horns).



Investigación y desarrollo de una mezcla química para la generación de un producto farmacéutico aplicado al control de Ácaros

pág. 178

Innovación y desarrollo tecnológico para el proceso de moldeo y secado en la fabricación de tejas en Exiplast

pág. 180

Desarrollo de un biofiltro a nivel comercial para la solución de problemas de contaminación por olores ofensivos generados por ácido sulfhídrico en efluentes industriales

pág. 182

Diseño y fabricación en Colombia de un asiento rígido plástico para el transporte urbano de pasajeros

pág. 184

Sistema único e integrado para el almacenamiento, transporte y dosificación de las materias primas utilizadas en la producción de confitería - Planta de jarabes

pág. 186

Investigación de un material compuesto de polímero y fibra de fique como una alternativa ecológica de sustitución de la madera en algunas de sus aplicaciones masivas

pág. 188

Productividad y competitividad en la fabricación de cables de potencia con tecnología *Dry cured*

pág. 190

Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad

Gabriel Zamudio

Altos niveles educativos, el desarrollo tecnológico y la innovación, son el camino hacia el logro de mayores niveles de productividad, eficiencia y calidad, que facilitan la inserción de las empresas colombianas en un ambiente competitivo y cada vez más globalizado.

De esta forma, el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad /PDTIC contribuye a alcanzar mejores niveles de calidad de vida en la sociedad colombiana, trabajando por el fortalecimiento y supervivencia empresarial, al acompañar al sector productivo en el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios que hagan más fáciles el trabajo en los hogares y las unidades productivas y felices a las familias colombianas.

El PDTIC está orientado al fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, mediante la promoción de la investigación aplicada para la solución de problemas empresariales, la transferencia de conocimiento y modernización del aparato productivo colombiano, a partir del desarrollo de proyectos de innovación y desarrollo tecnológico en el marco de la alianza universidad-empresa, operando a través de los mecanismos de financiación de COLCIENCIAS –cofinanciación, crédito y riesgo tecnológico compartido, patentes, entre otros– y el estímulo a la innovación través de la calificación de proyectos de deducciones por inversión en innovación y desarrollo tecnológico.

Orienta acciones de política industrial, a través de la participación del Consejo Administrador del FOMI-PYME adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la articulación de las demandas regionales del sector productivo a través de instrumentos de coope-

ración con los entes territoriales, Cámaras de Comercio, empresas e instituciones del nivel nacional y el diálogo al interior de COLCIENCIAS, para impulsar actividades de gran interés nacional como la Política de Innovación, las estrategias para el fortalecimiento de los (CDT), Centros Regionales de Productividad, Incubadoras de Empresas y Parques Tecnológicos.

Las razones fundamentales que inspiran el desarrollo del PDTIC están enmarcadas en la transformación productiva a través de la incorporación de valor en el desarrollo de procesos, bienes, productos y servicios, generados a partir del uso y la aplicación del conocimiento en la solución y mejoramiento del quehacer empresarial y el fortalecimiento del capital humano entre los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación /SNCyT.

Generación de un producto farmacéutico

El control de los ácaros que producen alergia

La alergia -una reacción alterada del sistema inmune con repercusiones en la mayoría de la población- es considerada un problema global de salud pública que demanda repuestas rápidas y efectivas, y cuya solución pasa por la necesidad de desarrollar el conocimiento científico sobre esta temática.

Entidad responsable:
U. del Norte
Barranquilla

Empresa participante:
Procaps S.A.

Directores e Investigadores principales del Proyecto:
Gustavo Cuadros Trillos
Procaps S.A.
Eduardo Egea Bermejo
U. del Norte

Co-investigadores:
Gloria Garavito
Deisy M. Maestre
Raimundo Abello
Alfredo Berthel
Javier Jiménez

Correos electrónicos:
gcuadros@procaps.com.co
eegea@uninorte.edu.co

La alergia es activada por agentes presentes en el ambiente, generalmente denominados alérgenos. Entre estos están los ácaros, microorganismos cuya materia fecal desencadena diferentes signos y síntomas —rinitis, asma o dermatitis— en la población sensible.

Los mecanismos que generan este problema de salud son complejos. Entre ellos, el factor más comprometido es el ambiental y, en especial, los alérgenos de los ácaros del polvo intradomiciliario, que se acumula en el ambiente familiar y en otros espacios de uso frecuente, como oficinas, aulas de los colegios y lugares de recreación y esparcimiento social.

Los ácaros del polvo, artrópodos microscópicos producen unas enzimas que inflaman y dañan las vías aéreas y la piel. Ellas son transportadas por micro-partículas de polvo, cuyo tamaño y diámetro les permiten permanecer en el aire hasta 10 horas después de haber sido suspendidas por las técnicas caseras e industriales de aseo tradicionales. Por su tamaño logran introducirse a la tráquea, los bronquios y bronquiólos, desencadenando las afecciones.

La atención de este problema requiere de estrategias de higiene que permitan eliminar los ácaros en el ambiente intradomiciliario. En esa perspectiva, se desarrolló un proyecto para un esfuer-

zo de innovación y tecnología, con una mezcla química capaz de eliminar en su hábitat a los ácaros implicados en el proceso alérgico.

La investigación en sus diferentes etapas determinó la efectividad de la mezcla química tanto en el laboratorio de investigaciones como en los domicilios de los voluntarios, su efecto sobre varias especies (4) de ácaros prevalentes en Colombia, asociados al proceso alérgico, su acción sostenida o residual por varios días y la escasa toxicidad, lo cual lo faculta para uso doméstico.

Bases para el lanzamiento al mercado de un nuevo producto

Los resultados del proyecto dieron comienzo a un nuevo proceso orientado hacia el tratamiento integral de la alergia en nuestro medio, lo cual redundará en múltiples beneficios, economía en los tratamientos, reducción efectiva de signos y síntomas, mejoramiento de la productividad escolar, universitaria y laboral y se proyecta en la prevención de la sensibilidad desde muy temprana edad.

Colombia como muchos países requiere tratamientos que se integren a los ya existentes —farmacológicos e inmunoterapia— en aras de mejorar la calidad de vida de los sectores más vulnerables, en especial, la población infantil.

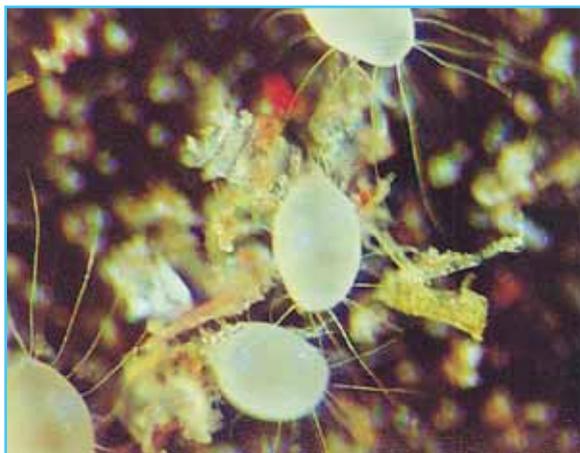


Foto 1 *Blomia tropicalis*. Ácaro prevalente en la Costa Atlántica y responsable de la sensibilización y exacerbación de asma alérgica y/o rinitis.



Foto 2 *Chyletiidae eruditus*. Ácaro reportado en el domicilio de voluntarios participantes en el estudio. Predador de la acarofauna en cultivos y en el hábitat natural.

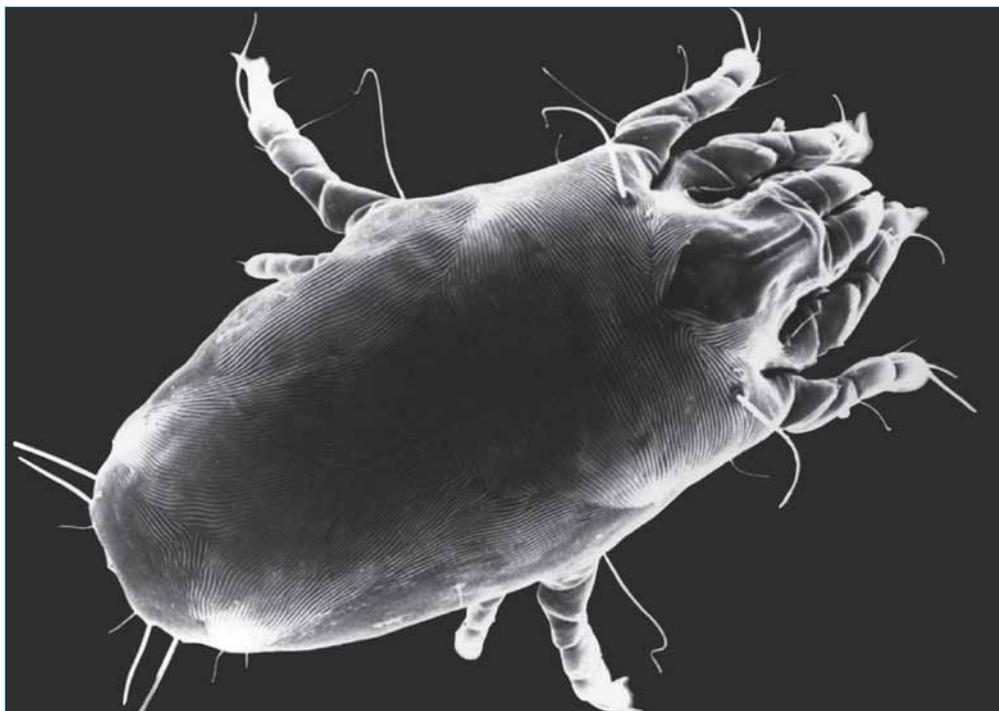


Foto 3 *Dermotophagoides pteronyssinus*. Es el ácaro cosmopolita. Habita en todos los continentes y también se asocia al desarrollo y exacerbación de alergia.

En estos resultados del proyecto asociativo "COLCIENCIAS- U. del Norte-Procaps S.A." fundamentaron el lanzamiento al mercado de un nuevo antiácaros y la obtención de una patente, lo cual es trascendental para Colombia y crea confianza entre el cuerpo médico, pacientes y los empresarios.

Mejoramiento del habitat

Los beneficiarios directos de la innovación generada en el proyecto son los enfermos alérgicos sensibles a los ácaros y sus alérgenos y la población no alérgica, esta última para prevenir la aparición de rinitis y/o asma y dermatitis. Igualmente, y como efecto primario, el antiácaros contribuye a crear un ambiente intradomiciliario seguro

para la salud, generando mejores condiciones de vida.

La innovación lograda en el proyecto se fundamentó en el conocimiento científico y desarrollo tecnológico para la salud de miles de personas sensibles y cierra un ciclo al poner a disposición un producto competitivo y de alto valor agregado.

El exitoso resultado es el fruto de la alianza de una empresa farmacéutica nacional, Procaps S.A. y la U. del Norte, mediante el mecanismo de cofinanciación que ofrece el Sistema Nacional de Innovación de Colombia y que facilita y estimula las articulaciones universidad-empresa, cuya efectividad permite que áreas como la biotecnología puedan acelerar la tasa de innovación al generar y presentar al

mercado, productos y servicios innovadores, que resuelvan o hagan parte de la solución de problemas de salud.

Prevalencia			
Especie	Almohada	Colchón	Tablas
<i>Blomia tropicalis</i>	56%	96%	76%
<i>Dermotophagoides pteronyssinus</i>	20%	36%	4%
<i>Dermotophagoides farinae</i>	15%	30%	0%
Chayletidae eruditus	15%	16%	16%

Tabla 1 *Prevalencia de ácaros*. Estadística de la acarofauna prevalente en el ambiente domiciliario, antes de la aplicación del antiácaro.

Densidad			
Especie	Almohada	Colchón	Tablas
<i>Blomia tropicalis</i>	500-10000	300-20000	50-100
<i>Dermotophagoides pteronyssinus</i>	500-1000	10-100	10-50
<i>Dermotophagoides farinae</i>	100-500	10-100	0%
Chayletidae eruditus	10-100	10-100	1-100

Tabla 2 *Densidad de ácaros*. Estadística correspondiente a la cantidad de ácaros reportadas en algunos sitios de la vivienda.

Proceso de moldeo y secado

Innovación y desarrollo en la fabricación de tejas plásticas

Exiplast es la típica historia de un emprendedor colombiano que inicia su pequeña empresa en un sector productivo muy competitivo, pero que, gracias a su visión y a su persistencia, amplía su capacidad de producción, combina apropiadamente sus productos, entra a nuevas actividades competitivas y, luego, encuentra en la innovación y el desarrollo tecnológico su mejor aliado.

Entidad responsable:
EXIPLAST, Bogotá, D.C.

Director del proyecto:
Eduardo Hernando Ortiz

Director de producción:
Alfredo Beltrán

Director de calidad:
Hesilda Galindo

Asesor Externo:
Rodolfo Agudelo

Esta empresa comenzó hace 35 años como un pequeño taller de fabricación de ventanas y puertas. Hoy se especializa en productos de poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio, láminas onduladas —tejas— y láminas planas. En 2000, al obtener la Certificación ISO 9002:1994, se convirtió en el único productor certificado en este sector. En la actualidad, está certificada en la ISO 9001:2000.

La creciente demanda y aplicación de artículos de plástico reforzado en el mercado se debe tanto a sus características físico-químicas —propiedades dieléctricas, de resistencia a la corrosión y a los agentes químicos—, como a la facilidad en el manejo de los componentes, rápida cura del proceso de polimerización, estabilidad dimensional en el producto final y facilidad de acabado.

Para atender este mercado del plástico reforzado, la empresa decidió realizar el presente proyecto, con el propósito de reconvertir la tecnología de fabricación de piezas a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio, mediante la adopción y adaptación del proceso de moldeo por vacío y el curado con temperatura. Esto incluyó: actividades de mejoramiento continuo para solucionar el problema del aire en la fase de moldeo; re-ingeniería de los procesos por reducción del

número de fallas; sustitución del moldeo manual por moldeo al vacío, con curado con temperatura, para reducir drásticamente la tasa de producto defectuoso; y, aumento de la capacidad productiva para satisfacer la demanda de productos plásticos y llegar a ser más competitivos dentro de su mercado.

Innovación y conversión generan cambios positivos

El proyecto facilitó a Exiplast Ltda. asimilar y apropiar tecnologías que se consideran novedosas para Colombia, ya conocidas y aplicadas en otros países. Esta transferencia aseguró los siguientes logros: aumentar la productividad a 3.4 Kilos hora/hombre producidos en 2003, a 5,76 en 2004 y 6,05 en 2005 —con una meta de 7 kilos hora/hombre—; elevar la eficiencia energética al consumir menos kv/hora y usar combustibles ambientalmente sanos —gas natural—; reducir el número de emisiones de estireno de 95 a 40 ppm en promedio; reducir el costo de producción de materia prima aproximadamente a \$4.750/Kilo, a precios de 2003; asegurar la calidad del producto al controlar la variabilidad en el proceso; reducir el área de producción a 500 m²; y, desarrollar un nuevo producto: canales para recolectar aguas en bodegas industriales.

Correo electrónico:
orlando.or@exiplast.com



Foto 1 Aspersión controlada de la resina poliéster y la fibra de vidrio.



Foto 2 Desmolde de la lámina ondulada traslúcida.

Los beneficios de la transferencia de tecnología causaron cambios significativos en la empresa, al lograr la innovación en el proceso productivo, mejorar la productividad e incrementar su competitividad en el mercado nacional e internacional. Sus consumidores se han beneficiado al contar con materiales que aprovechan mejor la luz natural, en viviendas, bodegas industriales y comerciales, supermercados y centros comerciales.

Avanzar en los desarrollos para elevar los indicadores de productividad y competitividad

La realización y resultados del proyecto, además, han motivado a la empresa a continuar captando y avanzando en las tecnologías de proceso y de materiales y a innovar los productos finales, para elevar sus índices de competitividad. Todo lo cual refleja un cambio de cultura organizacional en beneficio propio y del sector productivo.

En el proceso adelantado por la empresa se cumple el propósito del Programa Na-

cional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad de incrementar la productividad y competitividad de los sectores productivos colombianos —la incorporación del conocimiento en las empresas por la apropiación y uso de nuevas tecnologías, con aplicación de procesos innovativos que generen mejoras en el proceso y permitan desarrollar nuevos productos con mayor valor agregado—, y orientarlos hacia el crecimiento sostenido de la economía, el incremento acelerado de las exportaciones y la generación de empleo calificado.

Innovación, desarrollo tecnológico y de productos, al alcance de las pequeñas y medianas empresas

Este caso prueba que las pequeñas industrias también pueden desarrollar procesos de innovación tecnológica y aplicar técnicas avanzadas para ser competitivas en su entorno. Un efecto demostración muy útil en este caso se da en la posibilidad de transferir los adelantos tecnológicos logrados para jalonar otras empresas, en beneficio del conjunto de la cadena productiva.

Ello implica la adopción de estrategias de innovación y desarrollo tecnológico y el apoyo a procesos de transferencia de tecnología, como ha sido el caso de esta empresa.



Foto 3 Molde listo para ser producida una pieza.



Foto 4 Inspección del molde cuando se está produciendo el vacío.

Olores ofensivos por ácido sulfhídrico en efluentes industriales

Biofiltro comercial para control de contaminación

En la era de las `tecnologías limpias`, controlar y eliminar las emisiones de olores son nuevos desafíos para la competitividad de las empresas industriales colombianas, debido a las severas regulaciones y sanciones establecidas para la contaminación ambiental, que limitan el acceso de los productos a mercados internacionales.

Entidad responsable:
Centro de Desarrollo
Tecnológico /Corporación
BIOTEC, Cali.

Empresa participante:
Compañía de Control de
Contaminación de Colombia /
C4 Ltda.

Investigador principal:
Jorge Cabra Martínez

Gerente del proyecto:
Carlos Manuel Flórez

Correo electrónico:
biotec@cgjar.org

Esta situación ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías para controlar la contaminación atmosférica. En Norteamérica y Europa, la biofiltración es una alternativa a los métodos convencionales, por ventajas técnicas y económicas en el tratamiento de efluentes con alto caudal y bajas concentraciones de contaminantes.

El Centro de Desarrollo Tecnológico Corporación BIOTEC trabaja desde 1997 en el control de las emisiones de ácido sulfhídrico mediante biofiltración, lo que le ha permitido adquirir el conocimiento y la experiencia para desarrollar industrialmente este proceso, y construir y poner en marcha un biofiltro para controlar las emisiones de H₂S en Sucromiles S. A.

Este proyecto desarrolló los sistemas de producción y comercialización para nuevos mercados nacionales e internacionales. La Corporación BIOTEC estableció un consorcio con la compañía `C4 Control de Contaminación` —aprovechando la infraestructura y experiencia que esta tiene en construir y comercializar equipos industriales— para desarrollar la producción del biofiltro y las estrategias de mercadeo, venta y servicio al cliente. Como parte de la estrategia de producción, el proyecto incluyó los planes operacional, organizacional y de exportaciones, y el uso de 2 programas para el diseño de biofiltros —Super-Pro Designer, para simular el pro-

ceso de remoción de H₂S y CONSTRUDDATA, para costear la construcción e instalación del sistema de biofiltración—, los cuales, además, con las interfases de Microsoft Project y AUTOCAD, permiten programar el cronograma de actividades y, a partir del plano, efectuar los cálculos del presupuesto y del tiempo de mano de obra empleados en la construcción del sistema.

Para la fase comercialización, se construyó un biofiltro de 1 m³, tomando como referencia los criterios básicos determinados experimentalmente, haciendo énfasis en los detalles mecánicos, sistemas eléctricos y de control, construcción y montaje de sistemas modulares y los costos relacionados.

Nueva tecnología colombiana, alternativa para solucionar la contaminación olfativa

Como resultado del proyecto, se puede ofrecer una nueva tecnología alternativa colombiana que soluciona los problemas de contaminación de olores ofensivos, generados por ácido sulfhídrico en efluentes industriales, desarrollada a través de un proceso sólido de transferencia, a partir del conocimiento y la tecnología disponibles en el mundo.



Fotos 1-2 Componentes del sistema. Biofiltro industrial en la compañía Sucromiles. A la derecha, detalle de los despojadores de H₂S.



Foto 3 Biofiltro tipo invernadero. Exterior cubierta.

Nuevos horizontes en biotecnología y control de la contaminación ambiental

El biofiltro desarrollado representa un producto ambiental, con perspectivas de distribución y venta en el mercado nacional e internacional, lo cual posibilita que se abran nuevos horizontes en sectores como la biotecnología y control de la contaminación.

Un estudio preliminar del mercado, que abarcó la zona geográfica del Valle del Cauca, permitió identificar 6 sectores como clientes potenciales del sistema de biofiltración —curtiembres, plantas de tratamiento de aguas residuales, producción de pulpa para papel mediante el proceso Kraft, mataderos, avícolas y producción de alimento para animales a partir de desechos cárnicos / Rendering Plants—. También, identificó que en Colombia existen 10 empresas que ofrecen entre sus productos o servicios sistemas de biofiltración para el control de olores y VOCs y que a nivel internacional hay 23 que ofrecen este servicio. Como parte del sistema de merca-

deo y para posicionar el biofiltro como primera alternativa disponible en el mercado para solucionar problemas de emisiones atmosféricas, se diseñaron un catálogo y una página Web.

El conocimiento de los procesos desarrollados en los sectores seleccionados como clientes potenciales, permitió establecer los problemas ambientales y las necesidades de control que estos presentan, información de gran utilidad para el desarrollo posterior tanto del equipo como del sistema de mercadeo y ventas.

Una alianza eficaz

El proyecto generó derechos de propiedad industrial y, por esta razón, se radicaron las respectivas solicitudes de registro de patente de la invención ‘Proceso de remoción del ácido sulfúrico en corriente gaseosa y medios para desarrollarlo’ y se solicitó el registro de la marca ‘Biolortrom’ para el biofiltro, ante la Superintendencia de Industria y Comercio. Por mutuo acuerdo, la propiedad industrial de la tecnología pertenece a Corporación BIOTEC y C4 Control de Contaminación tiene los dere-

chos exclusivos para el desarrollo, producción y comercialización del biofiltro.

El proyecto permitió la formación de nuevo talento humano científico con capacidad para diseñar y construir soluciones mediante el control de la contaminación ambiental por olores.



Fotos 4-5 Biofiltro. Entrada, interior del biofiltro y detalles de la cubierta tipo invernadero.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. CARMONA, Y., CABRA, J., MORA, A., CHÁVEZ, C., GNECCO, G., ROJAS, M., FONSECA, G. y GRISALES, Y. Desarrollo de una tecnología de remoción microbiana de ácido sulfúrico producido en plantas industriales de tratamiento de aguas residuales. En Memorias Seminario - Taller Internacional ‘Soluciones en contaminación de aire’. Corporación BIOTEC - C4 Contaminación. Palmira, Julio 14 y 15 de 2000.
2. CHÁVEZ, C., MORA, A., CABRA, J., CARMONA, Y., REVAH, S. y GNECCO, G. ‘Biofiltración de ácido sulfúrico (H₂S), utilizando bagazo de caña de azúcar y piedra pómez como material de soporte’. Ingeniería y competitividad. Volumen 5, No. 2 - Mayo de 2004

Desarrollo y fabricación de productos plásticos

Asiento rígido para el transporte urbano de pasajeros

Un factor de mejoramiento de la calidad de vida en Bogotá, D.C., realizado en los últimos cinco años, ha sido la implantación del sistema de transporte masivo Transmilenio, proceso que ha representado oportunidades de innovación para las empresas proveedoras de partes y componentes. Para Promicolta S.A., empresa colombiana especializada en la fabricación de espumas moldeadas para asientos de autobuses, esta coyuntura le evidenció el reto de proveer un nuevo modelo de silla confortable, durable y de fácil mantenimiento.

Entidades responsables:
U. de Los Andes,
Centro de Investigación en
procesamiento de Polímeros
CIPP.- Centro de Innovación y
Desarrollo Tecnológico CITEC
Bogotá, D.C.

Línea de investigación:
Procesamiento de materiales
termoplásticos, tecnologías de
extrusión soplado para el sector
de autopartes y empaques
semirígidos.

Empresa participante:
Promicolta S.A.

Investigador principal:
Alvaro García Forero

Director de I & D:
Jorge Alberto Medina

Correo electrónico:
calidad@espumlatex.com

Este fue el propósito del proyecto llevado a cabo conjuntamente por esta empresa y el Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros /CIPP de la U. de los Andes, apoyados en la línea de crédito Bancoldex-COLCIENCIAS.

El proyecto se orientó a adaptar un modelo de silla, ajustado a las condiciones funcionales solicitadas por el cliente transportador: una manija para niños, para facilitar la comodidad y seguridad de este grupo de usuarios del sistema; un orificio de desagüe en el asiento, para evitar la acumulación del agua de la limpieza; y el ajuste a las dimensiones al estándar del caso, considerando los factores ergonómicos y ampliando el espacio disponible para los pasajeros que viajan de pie.

El grupo de investigación de la U. de Los Andes trabajó en el análisis y las pruebas físicas y de color de los materiales a ser usados en la fabricación de la silla y, en conjunto con el empresario, planeó el proceso productivo.

Los aspectos tecnológicos del proyecto se encaminaron a probar el prototipo, a escala de laboratorio, para el estudio detallado de las principales variables del proceso de extrusión-soplado,

obtener la mayor cantidad de información posible para escalar industrialmente la producción, y determinar el material más apropiado para la fabricación.

Adopción de tecnología de manufactura y desarrollo en laboratorio y fábrica

La adecuación de la tecnología a las condiciones del productor y a las demandas del comprador, permitió adaptar y producir un modelo de silla rígida de alta calidad, tipo exportación, competitiva en los mercados nacional e internacional.

Con la adquisición y puesta a punto de la máquina para la elaboración de la silla, se puso en marcha el proyecto industrial, con la constitución de la empresa Bioplas S.A., en Armenia, para la producción de la silla.

El proceso consideró también los aspectos ambientales, controlando el final del ciclo de vida del producto y, en particular, el manejo y reciclaje de sus residuos.



Fotos 1-2 **Controles.** A la izquierda, evaluaciones mecánicas de los prototipos. A la derecha, medición de resistencia al fotoenvejecimiento y de estabilidad de color.





Fotos 3-4 *Controles. A la izquierda, preparación de muestras para la evaluación de propiedades de impacto. A la derecha, desarrollo de pruebas de resistencia al impacto IZOD en muestras de los productos terminados.*

La silla, que se utiliza en más de 350 buses articulados de Transmilenio, se ha venido mejorando con base en algunas sugerencias de funcionarios de esta firma, y cumple con la Norma Técnica Colombiana NTC 5206.

El proyecto permitió a Promicolda S.A. crear una nueva empresa, posicionarse en un nuevo nicho en el mercado nacional e iniciar exportaciones de silletería a México y a Ecuador bajo la marca registrada Promiurban. Para el equipo técnico de la empresa este proyecto abrió la posibilidad de ingresar a una nueva área de desarrollo tecnológico: el procesamiento de polímeros termoplásticos y la manufactura de autopartes mediante tecnologías de extrusión-soplado.

Con el proyecto, 2 estudiantes de Maestría del CIPP montaron la empresa ‘Cero Emisiones’, que ofrece alternativas para reutilizar la materia prima con la que se elabora el nuevo producto. Por su parte, el modelo de utilidad de la silla se ha sometido a proceso de protección.

El diseño y desarrollo de productos transfiere los beneficios de la tecnología a los usuarios finales

La alianza tecnológica establecida entre la U. de los Andes y Promicolda S.A. para el desarrollo del proyecto, muestra que la investigación se puede traducir en beneficios tangibles para la población, en este caso, los usuarios del transporte masivo ‘Transmilenio’ de Bogotá.

Para la U. de Los Andes fue una oportunidad especial que le permitió adquirir equipos de investigación sobre la tecnología de plásticos soplados. Además, sus investigadores profundizaron en el conocimiento de un polímero específico con una aplicación práctica.



Fotos 5-6 *Controles. A la izquierda, evaluación colorimétrica de probetas sometidas a envejecimiento por el método CIELAB. A la derecha, mediciones de dureza de partes de la silla.*

Producción de confitería –Planta de jarabes–

Sistema único e integrado para almacenar, transportar y dosificar materias primas

Las empresas industriales de Colombia tienen el gran desafío de acelerar la tasa de cambio técnico e innovación, como condición para mejorar la productividad y competitividad de los bienes y servicios ofrecidos al mercado mundial, máxime en sectores caracterizados por una intensa dinámica tecnológica y alta competencia, como el de alimentos.

Entidad responsable:
Super de Alimentos S.A.
Manizales

Investigador principal:
John Jairo Patiño Cuervo

Responsable del proyecto:
Andrés Gallo

Super de Alimentos S.A. es una empresa colombiana, fundada en 1981, dedicada a producir y comercializar confitería para el mercado nacional y, principalmente, para la exportación, con una capacidad de producción de 3.200 toneladas/mes.

En los últimos años, la compañía se ha expandido, incursionando con éxito en el mercado latinoamericano de golosinas —Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras, El Salvador, Panamá, República Dominicana, Haití, Jamaica, Venezuela, Ecuador, Bolivia, Chile, México—, consolidando el mercado en EE.UU. de N.A. y Canadá y comenzando operaciones en África y Europa.

La estrategia competitiva de la empresa ha sido el permanente desarrollo de nuevos productos y el acceso a nuevos mercados, para lo cual se ha visto forzada a optimizar y hacer más eficientes los procesos productivos, de logística y de compras.

El problema central que resolvió este proyecto fue la logística para el manejo integral de las materias primas comestibles, con el fin de superar las dificultades en el control de sus inventarios y consumos, la inadecuada ocupación de espacios de almacenamiento, el excesivo trabajo que deman-

daba su transporte y el logro de una dosificación acorde con los exigentes criterios de calidad de los productos finales.

Con este propósito, se mejoraron los procesos de transporte de fluidos, la ingeniería de transporte y recepción de sólidos y polvos, se automatizaron y sincronizaron los equipos eléctricos y electrónicos y se avanzó en el desarrollo de ingeniería en manejo de jarabes y reformulación de productos.

Con el proyecto la empresa desarrolló un sistema de manejo centralizado e integrado de los jarabes —agua, azúcar y jarabe de maíz—, que permitió disminuir el reproceso de masas y las pérdidas de materia prima, lo cual garantizó mayor estabilidad en la composición de los productos y, por ende, mejoras apreciables en su calidad.

Automatización de más de 250 equipos, sincronizados en tiempo real

El mayor impacto del proyecto se reflejó en el mejoramiento sustancial de la productividad de los procesos productivos, mediante la automatización de más de 250 equipo.



Foto 1 **Tablero de mando y el control.** Manejo de mezclado y dosificación de ingredientes.



Foto 2 **Proceso de Coolmix.** Sistema automático de apertura y cierre de válvulas por medio de un procesador central.



Fotos 3-4 A la izquierda. **Software.** Control y envío de las configuraciones a los equipos de pesaje que se comunica con el sistema de supervisión central (SCADA). A la derecha. **Control de pesaje.** Equipos basados en la lógica de formulación y control de batche creada por Super de Alimentos S.A.

Para ello, se instaló y adecuó una planta piloto y se desarrollaron 5 formulaciones de jarabe y 30 formulaciones de producto, fortaleciendo la capacidad de innovación de la empresa, con beneficios en el tratamiento de materias primas estandarizadas, gracias a la eliminación de partículas extrañas en el proceso.

El *know-how* de la compañía se fortaleció, en particular, en cuanto a diseño de ingeniería y programación, al acumular y sistematizar la experiencia exitosa, que incluye a los ingenieros de la empresa y a los contratistas y proveedores.

Otros aspectos destacados del proyecto fueron: la instalación de la planta de jarabes donde se sobrepasó la meta inicial, logrando producciones mayores a los 6.000 Kg./hora; la adaptación del software en el módulo de generación de reportes, permitiendo dosificaciones correctas de materias primas con márgenes de error por debajo de lo esperado; el afinamiento del sistema de control y seguimiento, de los inventarios y consumos de materias primas,

que ahora es más preciso, gracias al aprovechamiento del sistema de información del proceso. A la vez, disminuyó la frecuencia de las devoluciones de productos por parte de los clientes, debidos a problemas de calidad, al lograr una mayor estabilidad en el proceso que garantiza mejores condiciones de calidad en los productos.

El desarrollo del proyecto también ha sido benéfico para el medio ambiente al disminuirse el consumo de agua y mejorar los vertimientos de aguas residuales.

Beneficios para el fabricante, sus proveedores y compradores

Super de Alimentos S.A. estima por encima de \$600 Millones / año la reducción de costos operativos, mientras que ha extendido su cobertura en nuevos mercados internacionales y mejorado su permanencia en los mercados conquistados.

Gracias al aprendizaje logrado en el proyecto, uno de los proveedores desarrolló una aplicación puntual de automatización industrial, con la cual ha incursionado en el mercado internacional.



Foto 5 **Mezclado de jarabes.** Agitadores desarrollados por la empresa para mantener el azúcar en suspensión.



Foto 6 **Presentación de producto final.** Para el mercado latinoamericano y africano de golosinas.

Compuesto de polímero y fibra de fique

Sustituto ecológico para algunos usos masivos de la madera

La revolución de los polímeros ha generado grandes beneficios a diversas industrias debido a que se han producido materiales para aplicaciones en usos que, tradicionalmente, eran implementados con materiales de otras especificaciones. Hoy, en atención al gran interés sobre el tema de los fibroreforzados y gracias al impacto ambiental positivo que estos producen, el estudio de estos materiales se orienta hacia la utilización de fibras naturales para desarrollar nuevos polímeros reforzados.

Entidad responsable:
U. del Valle,
Facultad de Ingeniería,
Escuela de Ingeniería de
Materiales-
Cali

Empresa participante:
Materiales Compuestos,
Empaques del Cauca
Plásticos S.A.

Investigador principal:
Silvio Delvasto Arjona

Co-investigadores:
Ruby Mejía
Fred Albán
Fernando Perdomo

Correos electrónico:
empaca@emtel.net.co
delvasto@emp.nef.co

En diversas partes del mundo se han experimentado materiales con fibras naturales en presencia de resinas poliéster, p.e., el yute —material muy importante en India, Tailandia, Vietnam y otros países—. En Alemania, se producen paneles para las puertas de vehículos, usando poliuretano fibro-reforzado con fibras de lino y sisal fique.

Un ecomaterial de alta durabilidad y autoinmune

El proyecto —que surgió a partir la posibilidad planteada por la U. del Valle, de aprovechar los desperdicios generados por la empresa involucrada en el proyecto, Empaques del Cauca -Plásticos S.A.— Desarrolló un material que ha denominado *Plastifique*, compuesto de polímero reciclado, reforzado con fibras de fique o cabuya y con partículas de carbonato de calcio. El propósito fue el logro de un material sustituto de la madera, basado en polímeros de reciclaje —polipropileno y polietileno— y desechos de fibra natural de fique. En el Departamento del Cauca, donde se cultiva esta fibra, se dispone de 800 Kilos / día de desechos del desfibrado del fique, resultantes del proceso de producción de empaques, telas y cordeles.

El proyecto incide claramente en la posibilidad de sustituir diversos usos de la madera en la producción de elementos de amplia utilización tales como paletas o estibas, postes, formaletería o elementos para construcción, tablas con diversas aplicaciones, p.e., para camas. Con esta finalidad, se realizó la producción en la planta piloto de perfiles —tablas y bastidores—, partiendo de la obtención del material *Plastifique* a escala de laboratorio, con una máquina extrusora que cumple los requisitos para la producción de este ecomaterial, de alta durabilidad, y que no es afectado por hongos, como ocurre con la madera.

La iniciativa beneficia a más de 5.000 familias, principalmente, productores indígenas

El material desarrollado cuenta con un 70% de fibras de fique reciclado. Los equipos utilizados en la planta piloto, aún no permiten un nivel de producción industrial. La empresa se encuentra haciendo el escalamiento industrial de la tecnología resultante del proyecto. La innovación lograda en el proceso investigativo ha generado propiedad intelectual y por esta razón se está procediendo al



Foto 1 Laboratorio de Polímeros. Extrusora. Escuela de Ingeniería de Materiales de la U. del Valle.



Fotos 2-3 **Plastifique.** A la izquierda, lámina obtenida por calandrado. A la derecha, elementos diversos obtenidos por técnicas de moldeo a nivel piloto: calandrado, termocompresión, rotomoldeo y extrusión.

registro y obtención de la respectiva patente del *Plastifique*.

Con el nuevo producto se beneficia Empaques del Cauca, empresa de propiedad de los trabajadores del cultivo del fique, cuyos insumos de fibra son producidos por cerca de 5.000 familias, principalmente de origen indígena, en los departamentos del Cauca y Nariño. Esta empresa ha iniciado un plan de diversificación productiva, en el cual *Plastifique* es una oportunidad para el mejoramiento económico de la empresa.

Además de los beneficios económicos obtenidos, el proyecto ha generado impactos ambientales positivos, al ofrecer una alternativa en favor de disminuir, parcialmente, el uso de las maderas provenientes de los bosques, mediante la aplicación del nuevo ecomaterial.

Más allá de las motivaciones ambientales, la incorporación de fibra de fique es muy favorable por razones sociales y por la reducción del costo de fabricación en productos como las estibas, que poseen

igual resistencia a las de madera. Los costos de la materia prima son muy bajos si se tiene en cuenta que se utilizan desperdicios, en vez de madera.

El fique, una alternativa tecnológica, económica y ambiental para las familias campesinas e indígenas

Desde hace varios años, la U. del Valle ha apoyado la 'Línea de Investigación en Materiales Compuestos' y hoy cuenta con un grupo de investigadores destacado en el país e internacionalmente, por sus aportes, en particular, al mejor aprovechamiento del fique y de sus derivados. Los materiales fibro-reforzados constituyen una de las fortalezas de este talentoso equipo humano, reconocido por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y cuya labor científica ha recibido diversos premios. El proyecto demuestra la utilidad de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en la solución de los problemas y el apro-

vechamiento de las oportunidades de regiones específicas.

Además de los resultados en el avance del conocimiento, son muy útiles las investigaciones en fique, fibra natural autóctona de Colombia, y cobran mayor sentido porque los cultivadores son pequeños campesinos e indígenas, con escasos recursos económicos, que disponen de tierras de baja calidad. Por estas razones, en ocasiones, se asimila el cultivo del fique con la pobreza. Con el compromiso del grupo de investigación de la U. del Valle y de otros grupos de investigación en el país, es necesario intensificar la investigación aplicada y su uso a fin de buscar nuevas aplicaciones y darle mayor valor a los productos agrícolas que se cultivan en el país, con el fin de generar un impacto en la economía que beneficie al agricultor, pero también, al empresario comprometido con la transformación de los recursos naturales.



Foto 4 **Plastifique.** Diversas posibilidades de aplicación y moldeo del nuevo material.

Productividad y competitividad con tecnología Dry Cured

Fabricación de cables de potencia

Los productos industriales que ingresan al mercado global, requieren estándares de calidad y capacidad de diferenciación suficientemente altos para competir. Para obtener estas características, es necesario realizar procesos de innovación y desarrollo tecnológico, en búsqueda de mejorar el producto y de lograr que el proceso de producción llegue a ser eficiente, efectivo y ambientalmente limpio.

Entidad responsable:
Cables de Energía y
Telecomunicaciones S.A.
CENTELSA, Yumbo,
Valle del Cauca

Investigador principal:
Pablo Ríos Giraldo

Actualmente, los países que demandan cables de energía para media tensión exigen el uso de tecnologías que garanticen mayor vida útil del producto y procesos más amigables con el medio ambiente, condiciones que no cumple el proceso a vapor de agua que venía siendo usado en la industria nacional. Esta exigencia del mercado internacional lleva a las industrias exportadoras del país a su reconversión basada en el desarrollo y adopción de tecnologías modernas y avanzadas, en las cuales los criterios ambientales y de desempeño son predominantes y forzosos.

Con este proyecto, Centelsa, un importante fabricante nacional de cables para usos diversos, encaminó sus esfuerzos a recibir la transferencia, asimilar y adaptar la tecnología de curado en seco, para fabricar cables de media tensión, mejorar el proceso de trefilado, y hacer mejoras en el sistema de filtración de lubricante y buscar una alternativa para darle un adecuado tratamiento final a los residuos del mismo.

La nueva tecnología de curado en seco, que emplea procesos secos con nitrógeno, es de mejor desempeño y mayor durabilidad. En el trefilado, la innovación tecnológica consistió en el diseño de un sistema de filtración que permite aumentar la recirculación del lubricante y, así, disminuir la contaminación ambiental. En la extrusión, la innovación consistió en asimilar la nueva tecnología de curado en seco y adaptar los equipos en planta, al in-

roducir elementos de control y automatización del proceso.

Impactos de la investigación

El proyecto permitió la transferencia exitosa de tecnología para desarrollar el proceso de manufactura de cables eléctricos, con el sistema de curado en seco, utilizando una cámara de nitrógeno, hecho que se considera un importante cambio tecnológico en Colombia, donde las plantas de manufactura de cables eléctricos realizan este proceso con vapor de agua. Esta actualización tecnológica ha traído mayores ventajas y rendimientos a la empresa, al aumentar la duración de los cables eléctricos y la confiabilidad en su desempeño. En particular, al renovar los sistemas de filtración de lubricante, se aumentó de uno a más de dos años la vida útil de recirculación.

Una de las primeras consecuencias al asimilar la nueva tecnología, fue la sustitución de importaciones de cables de media tensión con tecnología de curado en seco que demanda el sector eléctrico colombiano, productos que no se fabricaban en el país.

Otro de los impactos generados fue la posibilidad de tratar el lubricante de trefilado desde el campo de acción del proveedor, sugiriendo soluciones que prolongarán su vida útil, así como la po-

Correo electrónico:
pablo@centelsa.com.co



República de Colombia

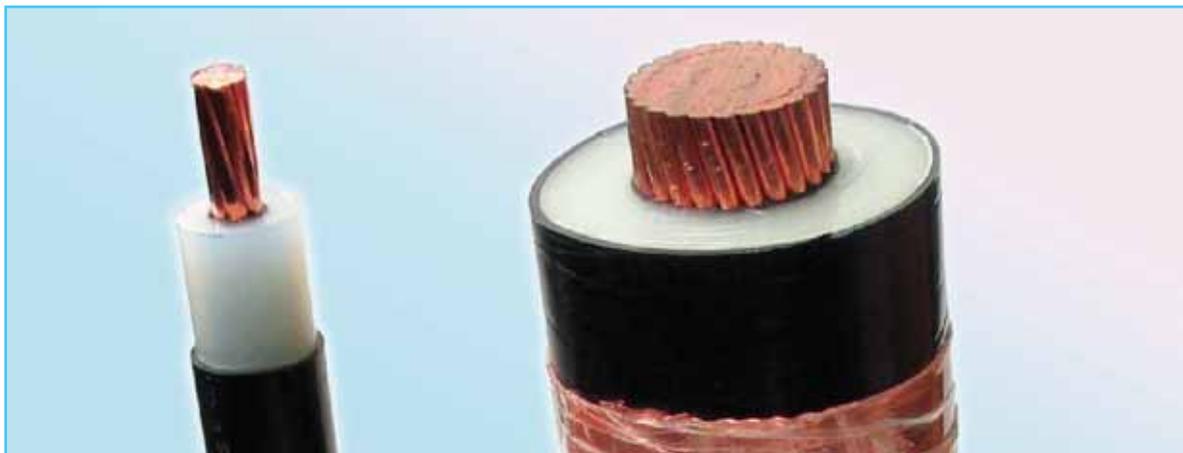


Foto 1 Cables para media tensión aislados mediante el proceso Dry Cured.



Foto 2 Proceso de aplicación del aislamiento.

sibilidad de tratar los residuos, a través de hornos de una empresa localizada en el país, para la cual se abrió un nuevo negocio al permitir la oferta de servicios de tratamiento de residuos a industrias con procesos de producción similares.

La empresa logró aumentar la exportación de sus productos y, también, accedió a nuevos mercados en Norteamérica, el Caribe y Chile. Con los nuevos conocimientos de automatización adquiridos, la empresa hizo benchmarking frente a empresas cableras de otros países, comprobando su competitividad. A la vez, racionalizó el uso de fuentes energéticas, y logró fabricar cables de mayor duración; hacer uso más eficiente de los recursos no renovables —cobre, aluminio, polímeros—; contar con sistemas más confiables en los procesos de transporte de energía —con menores pérdidas al aumentar la eficiencia de los sistemas de generación eléctrica— y disposición final de residuos especiales. Estos aspectos se han divulgado en el ámbito nacional mediante eventos en universidades y empresas.

Otro aspecto de interés fue la puesta en marcha de un programa de capacitación en la empresa, para aumentar las competencias del personal, en especial, en

cuanto a conocimientos y habilidades en la tecnología de curado en seco.

Como un impacto sinérgico de todo lo anterior, la empresa aumentó su productividad y competitividad de manera significativa.

El país ahorra divisas por importaciones sustituidas y genera nuevos ingresos por exportaciones de cables de tecnología avanzada

El proyecto permitió a la empresa apropiarse de una nueva tecnología, innovar los procesos productivos, mejorar la productividad e incrementar la competencia, mantener la participación en los mercados de exportación anteriormente logrados, penetrar nuevos mercados y hacer nuevas inversiones orientadas al montaje y mejoramiento de maquinaria y equipo y el sistema de filtración.

También, se benefició el país con el ahorro de divisas por las importaciones sustituidas y la generación de ingresos por el aumento de las exportaciones a nuevos mercados.

El sector energético colombiano dispone ahora de un producto nacional confiable y de mayor vida útil para transportar y distribuir energía.

El avance logrado permitió el desarrollo de los proveedores locales, lo cual contribuye a formar una cadena productiva en torno a la fabricación de cables de media tensión.



Foto 3 Línea catenaria con atmósfera de nitrógeno donde ocurre el curado.

REFERENCIAS AL PROYECTO EN OTRAS PUBLICACIONES:

1. Boletín Técnico Cables y Tecnologías de CENTELSA "Cable para Media y Alta Tensión con aislamiento curado en seco".
2. "Innovación y Desarrollo Empresarial", en Portafolio, 21-11-2003. Bogotá, Colombia.



Conclusiones

La presentación de 75 ejemplos destacados financiados por COLCIENCIAS durante 1990 – 2005 permite obtener una visión positiva de este período, reconocido por la formalización y construcción de procesos científicos, tecnológicos y de innovación de largo plazo, aun cuando con limitaciones que deben superarse en el menor tiempo posible.

En efecto, durante este período el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología / SNCyT, liderado por COLCIENCIAS, impactó la realidad colombiana con sus contribuciones a la consolidación de procesos estructurales del país, que se reflejan en una mejor comprensión social de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación y, sobre todo, en un incremento de la cultura científica. Se generaron procesos importantes, como el de *desarrollo institucional y organizacional del sector*, que se constatan con el fortalecimiento de la política científica y tecnológica de Colombia, en particular, de sus instituciones y organizaciones responsables de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

En este sentido se debe mencionar la creación del SNCyT por parte del Gobierno Nacional en desarrollo de la Ley 29 de 1990, marco jurídico que ha facilitado un mayor fomento y un mejor desempeño e institucionalización de la ciencia y la tecnología en el país.

Especial importancia en el desarrollo organizacional ha tenido la creación y funcionamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología / CNCyT, creado por la misma Ley, en el cual participan las máximas instancias del Gobierno, las universidades y los sectores científico, empresarial e institucional.

Otro hito histórico en la institucionalización y desarrollo organizacional de las actividades tecnológicas, de transferencia de tecnología e innovación, fue el posterior establecimiento del Sistema Nacional de Innovación de Colombia / SNIC, en junio de 1995, que significó un compromiso nacional de las instituciones públicas, de los empresarios y, en general, del sector productivo para garantizar la participación de los productos y servicios colombianos en la economía global.

Los procesos de investigación e innovación que adelantan las universidades, los centros y grupos de investigación, los centros de desarrollo tecnológico, las incubadoras de empresas de base tecnológica y los centros regionales de productividad,

son el resultado del desarrollo del SNCyT y del SNIC, cuya consolidación durante el período 1990 – 2005, permitió el incremento del número de proyectos y de profesionales dedicados a la investigación y, en general, elevó la disponibilidad de infraestructura de laboratorios y equipos para investigar.

El reto en este campo ha sido el incremento de los presupuestos para la investigación, lo cual significa un mayor compromiso gubernamental y privado con estas actividades.

Entre los logros y metas alcanzados se debe mencionar la *formación de escuelas de pensamiento en campos científicos y disciplinares específicos*, a través de la investigación continua y los aportes realizados en las últimas décadas, en temas tales como Neurociencias, alrededor del trabajo de Rodolfo Llinás; Inmunología, en torno a las investigaciones de Manuel Elkin Patarroyo; en Microbiología, a partir del trabajo de Ángela Restrepo; Física, en torno al trabajo de Pedro A. Prieto; Epistemología de la Ciencia en Colombia, desde los trabajos de Guillermo Hoyos; Pedagogía, a partir de las aplicaciones de la ciencia cognitiva a la pedagogía lideradas por Christian Hederich; Ciencias Sociales, como en el estudio de los orígenes de la violencia, a partir del trabajo científico de los ‘violentólogos’, y otras líneas más de investigación que se encuentran en la frontera del conocimiento universal.

Sin embargo, es necesario prestar mayor apoyo a los investigadores comprometidos con el estado del arte de las ciencias y las tecnologías, para que Colombia continúe liderando ciertos campos científicos en el mundo internacional, y para que, poco a poco, la ‘economía del conocimiento’ desborde las actividades económicas tradicionales del país, caracterizadas por su bajo valor agregado.

Es importante destacar la *construcción de comunidades científicas* en torno a problemas y en áreas del conocimiento y las tecnologías. Entre los hechos demostrativos se puede mencionar la conformación de grupos y centros de investigación

que cada día crecen, no sólo en número sino y ante todo, en calidad de la producción científica generada por los mismos. El desafío en este campo se refiere a la mayor y más rápida inserción internacional de tales grupos y centros, en particular, en los temas de investigación, para acelerar el logro de resultados y la generación de impactos sobre la realidad nacional.

El país en general, y la comunidad científica en particular, reconocen los impactos de las diversas líneas de desarrollo científico y tecnológico de COLCIENCIAS sobre la realidad nacional. Se destaca la formación de talento humano de alto nivel para la investigación, evidente en el fortalecimiento de grupos y centros de investigación, en la financiación de proyectos de investigación, innovación y uso del conocimiento.

La *formación de investigadores y jóvenes investigadores* se ha convertido en uno de los propósitos explícitos y motivadores del avance de la investigación y la tecnología en el país. Es el capital social de mayor valor que puede disponer la sociedad colombiana, para la construcción de una economía de mayor competitividad y sostenibilidad ambiental y de una sociedad más equitativa. Para complementar esta fortaleza, es necesario intensificar los procesos educativos que formen actitud científica en la población colombiana, de manera que cada vez exista mayor conciencia sobre la importancia del conocimiento y su aplicación a la solución de problemas en la vida diaria.

La metodología de evaluación de proyectos científicos y tecnológicos de COLCIENCIAS ha significado el progresivo mejoramiento y promoción de la cultura y la calidad de la investigación y el desarrollo tecnológico, que ha fortalecido la construcción de capacidades propias en ciencia y tecnología para el beneficio del país en su conjunto.

Se destacan los procesos de *apropiación social de la ciencia y la tecnología*, es decir, la popularización de los conocimientos científicos y tecnológicos que llegan cada vez a un mayor número de ciudadanos. Si bien se ha avanzado en este importante tema, es necesario incrementar la cobertura de usuarios de estos programas de difusión y divulgación, y ampliar la población que se beneficia directamente de los niveles superiores de aprendizaje y conocimiento. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes resultados específicos:

• Centros y grupos de investigación

Uno de los mayores impactos observables en la institucionalización de la ciencia y la tecnología en Colombia, es el proceso de registro, reconocimiento y medición de la calidad y producción científica de los centros y grupos de investigación.

El escalafonamiento de centros y grupos de investigación en las diversas regiones del país, de hecho, se ha convertido en una manera implícita de evaluación de resultados de las investigaciones, y distintas organizaciones públicas y privadas, nacionales e internacionales, comienzan a solicitar tal registro ante el SNCyT como demostración de capacidad científica y tecnológica. Además, el desarrollo del *Programa de Centros de Investigación de Excelencia* es una iniciativa de particular importancia, que contribuye a crear masa crítica en la investigación, aspecto bastante débil en Colombia.

• Consolidación de la regionalización

Es necesario destacar el gran impacto que han tenido los procesos de regionalización iniciados en 1986, cuando se tomó conciencia de la importancia de acercar la ciencia, la tecnología y la innovación a los pueblos y municipios necesitados de resolver múltiples problemas. Ahora se trata de reenfocar esos procesos hacia su sentido original de llevar soluciones reales a problemas reales de las comunidades, con participación activa de las mismas y respeto hacia sus saberes populares, base de la identidad cultural.

A partir de la creación del Programa Nacional de Prospectiva y Regionalización, y con la participación del DNP, el ICFES y el SENA, COLCIENCIAS inició en 1986 el proceso nacional de evaluación y de aplicación de enfoques, métodos, marcos teóricos y operacionales de lo que más recientemente se ha convenido en llamar "investigación y construcción de futuro", "prospectiva" y "previsión". En esta dirección, progresivamente se consideraron las políticas, programas, procesos y experiencias de países e instituciones de la actual Unión Europea, Norte América, América Latina y el Caribe. La creación de 10 Comités del Grupo Año 2.000 dio continuidad y concreción a esa decisión institucional planteada al Gobierno Nacional y a las entidades del SNCyT.

Para tal efecto, con el apoyo de la UNESCO y el Gobierno de Francia -a través del Instituto de

Prospectiva y Oficios de Paris- se realizó una misión de consultoría que permitió desarrollar un Programa de Prospectiva y Regionalización, centrado, en lo fundamental, en la formación de un grupo *ad-hoc* de investigación, asesoría y difusión en COLCIENCIAS, como mecanismo articulador de los Consejos Regionales y de la Agendas Regionales de Prospectiva, y como eje de cuatro grandes proyectos de futuro regionales en Antioquia, Valle, Caribe y Santanderes, pioneros de regionalización de las políticas de ciencia y tecnología.

La elaboración de las *agendas regionales prospectivas de ciencia y tecnología* se ha convertido en un proceso de concertación de intereses regionales.

En los últimos años, se consolidaron 28 *comités departamentales de ciencia y tecnología*, con la multiparticipación de diferentes organismos e instancias regionales.

- **Financiamiento de la ciencia y la tecnología**

Frente a este panorama de logros, hay que señalar un tema en el cual no se ha avanzado sino que se ha desmejorado. Se trata del financiamiento de la ciencia y la tecnología y del compromiso del gobierno y del estado colombianos en tal sentido. Año tras año, el porcentaje del Producto Interno Bruto —PIB— asignado a las actividades científico tecnológicas disminuye de forma preocupante.

Sin embargo, en este contexto se destaca la expedición de la Ley 643 de 2001, por la cual se crea el Fondo de Investigación en Salud, como una solución parcial, al menos para esta área tan importante del sector social.

Además de las tradicionales modalidades de financiación de proyectos de investigación con fondos contingentes, a raíz del establecimiento del SNIC se crearon nuevos mecanismos financieros, como la *cofinanciación de proyectos*, los *incentivos a la innovación*, el *riesgo tecnológico compartido*, la *financiación de la protección a la propiedad intelectual*, y la *Ley 344/96 de apoyo a proyectos de desarrollo tecnológico productivo*.

Especial referencia merece el mecanismo más novedoso, creativo y de mayor impacto frente a los anteriores: la *cofinanciación para el apoyo a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación* cuando se realizan cooperativamente entre empresas productivas y una organización del SNIC, como pueden ser las universidades, los centros de investigación o los de desarrollo tecnológico.

- **Difusión y popularización**

Las aplicaciones de las tecnologías de información y comunicación —TIC— a las actividades de ciencia y tecnología se evidencian, por ejemplo, en proyectos exitosos de telemedicina, promovidos desde el SNCyT y el SNIC, y en la puesta en operación de la *Plataforma ScienTI*, entre otros.

Los desafíos

Por encima de los anteriores logros y metas alcanzados, es necesario destacar los grandes desafíos de futuro que se deben resolver como la construcción participativa y desiderativa de una política y un plan prospectivo de ciencia, tecnología e innovación para el año 2020, de acuerdo con una visión compartida de futuro de Colombia. Esto es, la generación y aplicación del conocimiento a las necesidades, problemas y expectativas de la población colombiana, en particular, al mejoramiento de la calidad de vida.

Las posibilidades de hacer ciencia, tecnología e innovación en Colombia están condicionadas por esfuerzos en diversos ámbitos que atañen a toda la sociedad y que son, entre otros, los siguientes:

En la educación:

La realización de una verdadera reforma educativa estructural, desde el jardín infantil hasta el postdoctorado, para lograr un sistema de educación centrado en la investigación científica y basado en la generación y aplicación del conocimiento.

En la inversión:

El aporte continuo del gobierno nacional de un mínimo del 1% del PIB anual de Colombia a la ciencia, la tecnología y la innovación es otra de las condiciones *sine qua non* para hacer viable la generación de ciencia, tecnología e innovación.

El compromiso de los sectores privados y el sistema financiero y bancario con el financiamiento del desarrollo científico y tecnológico.

La ausencia de fondos de capital de riesgo en Colombia es otro de aquellos desafíos fundamentales de futuro del SNIC, el cual no ha tenido solución hasta el día de hoy, por múltiples razones como la falta de visión de largo plazo de los inversionistas, es decir, el sentido de la inmediatez y la aversión al riesgo, entre otras explicaciones.

En nuestro país, las exenciones tributarias en general son cada día más limitadas y reducidas. Este hecho se refleja en beneficios vigentes en el SNCyT, tales como la deducción de renta por inversiones o donaciones, la exención de IVA para importaciones de equipos científicos para investigación y la exención de renta para nuevo software. Todos los países que lideran la revolución científica y técnica aplican exenciones tributarias y subsidian realmente estas actividades. Colombia —en medio de su necesidad de reducir las exenciones tributarias para los demás sectores y actividades— debe tomar conciencia de la importancia de aumentar de manera sensible los incentivos fiscales y los subsidios como estímulo para quienes desarrollan y aplican conocimiento y tecnología, práctica que es aceptada por la Organización Mundial del Comercio /OMC.

En la organización de la capacidad científica y tecnología:

La articulación de los grupos y centros de investigación y de sus resultados con las necesidades y perspectivas de los sectores productivos del país y de los actores sociales.

La creación de los *sistemas regionales de innovación*, como respuesta al hecho portador de futuro según el cual no compite el país como un todo, sino que son las regiones las que se insertan exitosamente en las corrientes del mercado global.

En la cooperación internacional:

La reorientación de la cooperación técnica internacional para que sea de doble vía y para que se convierta en el mecanismo facilitador de la transferencia de conocimientos y tecnologías de los países del Norte hacia Colombia y de la difusión de los logros nacionales en el ámbito internacional.

En la evaluación:

La medición de los impactos reales de las actividades y las inversiones en ciencia, tecnología e innovación, todavía sigue siendo un desafío sin resolver, tal vez por falta de metodologías, o por la carencia de una `cultura de la evaluación`.

Un compromiso de todos

Como señalan estos desafíos, Colombia requiere de la participación y el compromiso de los distintos actores sociales para dar respuesta de conjunto y soluciones de largo plazo, de acuerdo con su rol respectivo en la sociedad y la economía:

El gobierno nacional como el líder natural del cambio organizado y deseable, mediante la formulación de las políticas de corto, mediano y largo plazo. El estado colombiano como el orientador y ejecutor de las políticas, programas, planes, proyectos y presupuestos, en desarrollo de la visión de futuro.

El sistema educativo, que debe revolucionar su quehacer hacia la investigación y el cambio de paradigma y, en especial, las universidades públicas y privadas cuyo reto es evolucionar y hacer realidad la sociedad y la economía del conocimiento.

El sector privado y, en especial, los empresarios, responsables de generar riqueza basada en un nuevo paradigma del conocimiento, la innovación y la competitividad, que contribuya a la equidad social, la sostenibilidad ambiental y la ética global.

Los medios de comunicación, responsables de la formación de la opinión pública y de la institucionalización de visiones y modelos mentales que permitan socializar y popularizar el conocimiento como factor de producción y catalizador del cambio cultural y social.

El sistema financiero y la banca, en particular, para justificar y demostrar a la sociedad colombiana su compromiso con el desarrollo y el bienestar de la comunidad, metas sociales que demandan el incremento de las inversiones en conocimiento, tecnología, innovación y competitividad.

Por eso, la visión positiva y optimista se debe a la misma labor de los *programas nacionales de ciencia y tecnología*, liderados por once consejos nacionales: Ciencias Básicas, Biotecnología, Ciencias de la Salud, Ciencias del Mar, Medio ambiente y Hábitat, Ciencias Sociales y Humanas, Estudios científicos en Educación, Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Investigación en Energía y Minería, Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad.

Estos programas, reestructurados por la Ley 29 de 1990, en un lapso de más de 15 años ya han cumplido su misión, y sus propuestas de índole `sectorial` los vuelven limitados y poco eficientes para el acceso exitoso de los sectores investigativos y productivos colombianos al mercado global.

Actualmente, **COLCIENCIAS** plantea seis áreas nacionales de ciencia, tecnología e innovación, o áreas del conocimiento orientadas hacia la solución de problemas reales y hacia la resolución de los desafíos de largo plazo:

1. Investigación fundamental en Ciencias Básicas Sociales y Humanas.
2. Gestión del conocimiento de las aplicaciones sociales y de la convergencia tecnológica.
3. De la materia y la energía.
4. Procesos biológicos, agroalimentarios y biodiversidad.
5. El ser humano y su entorno.
6. Educación, cultura y las instituciones

La sociedad colombiana, como un todo, requiere una visión de futuro integradora, motivadora y positiva, en torno al cambio de modelo de desarrollo y de cambio de paradigma cultural que la presente publicación ha señalado.



Anexo 1

Metodología general del Estudio de Casos Exitosos de Investigación e Innovación, 1990 - 2005

1. Presentación

En 2005 se cumplieron dos hitos históricos en el proceso de institucionalización de la Política Científica y Tecnológica de Colombia: los 15 años del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología /SNCyT, creado mediante la Ley 29/1990, y los 10 años del Sistema Nacional de Innovación /SNIC, creado en Junio de 1995 por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, organismo que ha orientado la generación, consolidación y ambos procesos, con el liderazgo y responsabilidad de COLCIENCIAS, y el apoyo del Departamento Nacional de Planeación /DNP, el Ministerio de Comercio Industria y Turismo, el Ministerio de Agricultura, el SENA y las universidades, entre otras importantes entidades.

A través de este periodo, ciencia, tecnología e innovación han venido consolidando su papel en el escenario social e institucional de Colombia, dirigido a la construcción de la competitividad que requieren sus sectores productivos ante la progresiva globalización de la economía mundial, para aumentar las capacidades endógenas de investigar, crear y aplicar el conocimiento y, desde estas, insertar las empresas en los mercados internacionales, generar empleo productivo y, en general, incrementar la calidad de vida de la población.

Para generar mayor conciencia en la sociedad colombiana sobre estos procesos y las actividades que de ellos se derivan, sus logros y potencialidades, difundir los resultados de SNCyT y SNIC e incrementar la credibilidad y confianza de los colombianos en sus propias capacidades para generar alto valor agregado mediante la aplicación del conocimiento, y popularizar los resultados obtenidos de las inversiones realizadas en estos campos, se adelantó el presente **‘Estudio de Casos Exitosos de Investigación e Innovación en Colombia’**, basado en los proyectos financiados por COLCIENCIAS y ejecutados durante los últimos 15 años (1990-2005).

Este Estudio requirió de un conjunto de criterios, como guía para establecer las razones por las cuales un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico podría considerarse exitoso en el contexto de Colombia y del periodo analizado. En este documento, se presenta dicha guía.

2. Criterios para la selección de los casos

El Estudio de Casos Exitosos se basó en la decisión de los funcionarios de la Dirección de COLCIENCIAS y de los programas nacionales de ciencia y tecnología de seleccionar entre los proyectos financiados por COLCIENCIAS un conjunto de casos que se consideraron de éxito. La selección de los proyectos a considerar se realizó teniendo en cuenta la combinación de los siguientes criterios: integralidad, cobertura regional, sectorialidad —programas nacionales—, asociatividad, impactos, visibilidad.

- a. **Integralidad.** El Estudio de Casos Exitosos cubre, en su conjunto, el ciclo completo de las actividades de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, como son los casos exitosos de investigación científica básica y aplicada, de desarrollo tecnológico —incluida la transferencia de tecnología— y de innovación.
- b. **Cobertura regional.** En la selección de los casos se tuvieron en cuenta diferentes regiones del país con capacidades de ciencia y tecnología, como son las regiones: Caribe —Departamentos de la Costa Caribe—, Nororiental —Santander, Norte de Santander—, Noroccidental —Antioquia, Chocó—, Central—Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyacá—, Suroccidental —Valle, Cauca, Nariño, Putumayo—, y Suroriental -Meta, Casanare, Guainía, Vaupés, Amazonas—.
- c. **Sectorialidad.** Se seleccionaron casos exitosos provenientes de diversos sectores económicos, y de los correspondientes programas nacionales del SNCyT, como son: Minero-energético; agrario, pecuario, forestal y pesca, agroindustrial; industria manufacturera; servicios, comunicaciones y telecomunicaciones; nuevas tecnologías —microelectrónica, tecnologías de información y comunicación—, biotecnología, nuevos materiales, química fina; ciencias básicas; ciencias sociales y humanas y sector social —cultura, salud, educación, alimentación, vivienda, recreación y deporte—; biomedicina y de la salud; biofísica y medio ambiente; el mar y las aguas continentales. Los casos se seleccionaron por los sectores de aplicación de ciencia, tecnología e innovación de Colombia que, para efectos del SNCyT, se trata de los siguientes Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología: Biotecnología; Ciencia y Tecnología Agropecuaria; Ciencia y Tecnología de la Salud; Ciencia y Tecnología del Mar; Ciencias Básicas; Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat; Ciencias Sociales y Humanas; Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad; Electrónica, Telecomunicaciones e Informática; Estudios Científicos en Educación, e Investigaciones en Minería y Energía.
- d. **Asociatividad.** Se seleccionaron casos exitosos basados en diferentes modalidades de asociatividad científica y tecnológica, como son las articulaciones: Universidad-empresa, centro de desarrollo tecnológico-centro de I+D-empresa, empresa-empresa (cadenas productivas y clusters empresariales), internacional (universidad-centro de desarrollo tecnológico-centro de I+D-empresa).
- e. **Impactos.** Se valoraron los casos exitosos con base en externalidades e impactos de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y / o la innovación generados a través de la ejecución de los proyectos. Fue importante que cada uno de los 11 Programas del SNCyT respondió algunas preguntas previas a la consideración y definición de los proyectos puntuales considerados `exitosos`, p.e.: ¿Qué procesos de cambio científico, tecnológico o de innovación ha generado o ha apoyado el Programa? ¿Cuáles transformaciones ha generado o promovido el Programa a través del tiempo de ejecución? ¿Qué aportes reales y verificables ha hecho el Programa a Colombia?

A partir de estas preguntas y de las respuestas de los responsables de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, se identificaron los proyectos exitosos y demostrativos de que tales procesos y transformaciones se hubieran dado en la realidad. De esta forma, se logró que el presente Estudio destacara la construcción de procesos estructurales y de largo plazo. La valoración de las externalidades y los impactos de la investigación se hizo con base en los siguientes aspectos:

- Generación de invenciones
- Obtención de patentes, derechos de autor y otras formas de propiedad industrial
- Logros de premios y reconocimientos mundiales, internacionales o nacionales
- Aportes a la sostenibilidad ambiental y la potenciación de recursos naturales
- Formación de investigadores, jóvenes investigadores, emprendedores e innovadores
- Creación de nuevas empresas de base tecnológica y empresas del conocimiento
- Conformación de cadenas productivas y clusters empresariales
- Estructuración de redes especializadas del conocimiento, la investigación y la innovación
- Incremento de las exportaciones y acceso a nuevos mercados de alta competitividad, como los países del Norte
- Soluciones a problemas sociales y regionales como son el desempleo, las epidemias y enfermedades, el hambre y la desnutrición, la carencia de vivienda, la baja calidad de la educación, la inseguridad física y social, entre otros.

f. Visibilidad. En este caso se asumió la visibilidad como el nivel de prestigio y reconocimiento mundial, internacional o nacional que han alcanzado, por sus méritos, algunos los actores del proceso científico-tecnológico colombiano —principalmente grupos de investigación, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, incubadoras de empresas de base tecnológica, científicos e investigadores y, aún, procesos y proyectos de gran alcance—. Esta visibilidad se manifiesta, p.e., en las publicaciones de libros reconocidos y de artículos en revistas indexadas internacionales y nacionales, presentación de ponencias en eventos científicos internacionales, el otorgamiento de premios e, incluso, la obtención de sumas importantes de financiamiento provenientes de organismos externos reconocidos.

La aplicación de los anteriores criterios por parte de los funcionarios de los programas nacionales de COLCIENCIAS, permitió identificar y seleccionar los casos exitosos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación considerados en el presente Estudio.

3. Enfoque de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación Actividades científico-tecnológicas

Una primera aproximación al enfoque de Investigación e Innovación para el caso específico del presente Estudio, fue la comprensión de lo que se denominan las *“actividades científico-tecnológicas”*. Básicamente, las actividades consideradas comprenden:

- Desarrollo institucional y organizacional para la gestión científico tecnológica y de innovación: Prospectiva, política, planeación, programación, proyectos, presupuestación, financiamiento, evaluación, coordinación, control, seguimiento y difusión de las actividades de ciencia, tecnología e innovación
- Investigación científica -básica y aplicada-
- Desarrollo tecnológico, transferencia y negociación de tecnología -asimilación, adaptación, mejora, diseño o rediseño de medios tecnológicos-
- Innovación, productividad y calidad para la competitividad
- Formación de científicos e innovadores
- Difusión, divulgación y popularización de ciencia y tecnología (Apropiación social del conocimiento, periodismo científico)
- Publicaciones científico tecnológicas y de innovación
- Sistemas de información científica y tecnológica -redes especializadas-
- Actividades científico tecnológicas infantiles y juveniles
- Regionalización de ciencia, tecnología e innovación
- Cooperación técnica internacional en ciencia, tecnología e innovación

Proceso de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

Para dar un contexto práctico al estudio de los casos exitosos, se consideraron proyectos relacionados con el proceso de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, integrado por las siguientes fases:

- Investigación básica en Ciencias Sociales y Humanas para la generación de conocimiento y la transformación del ser humano, la cultura y la sociedad.
- Investigación básica en Ciencias Básicas para la generación de conocimiento y la transformación de la naturaleza y la realidad.
- Investigación aplicada que a partir de conocimientos dados en un campo específico, o de una metodología o método preexistente, explica una situación, fenómeno o hecho, bien en ciencias básicas, bien en ciencias sociales, bien en las ciencias aplicadas y de la ingeniería.
- Investigación exploratoria, como la aplicación de la nueva idea o concepto. Los investigadores controlan algunos parámetros críticos. Por lo general, la idea original es modificada en esta fase de la investigación.
- Experimentación y verificación en pequeña escala del funcionamiento del nuevo producto o proceso, mediante diseño, montaje y puesta en marcha de planta piloto. En esta fase se mejoran y afinan variables y operaciones.
- Desarrollo de componentes y fabricación de partes, piezas y componentes que permiten comprobar que la tecnología, producto o servicio emergente funciona.

- Construcción del producto prototipo mediante el ensamblaje de partes, piezas, componentes y procesos de fabricación.
- Prueba del prototipo, tanto desde el punto de vista físico (materiales, procesos, comportamientos) como la primera prueba de mercado para definir la demanda de los posibles consumidores.
- Escalamiento industrial y de producción de los resultados de planta piloto, mediante el montaje de la manufactura para la producción del producto, previo los estudios de factibilidad y estudios de mercado.
- Innovación o fase de ingreso del nuevo producto o servicio al mercado en forma incipiente, es decir, apertura de un nuevo mercado.
- Seguimiento al desempeño y comportamiento del nuevo producto o servicio en el mercado, en especial, la aceptación o el rechazo del nuevo producto o servicio por parte del consumidor.
- Ejecución de mejoramientos y modificaciones en el nuevo producto o servicio, como resultado de las primeras pruebas de mercado y del comportamiento del consumidor, por parte del fabricante.
- Consolidación y maduración del nuevo producto o servicio en el mercado, por un tiempo determinado.
- Obsolescencia del nuevo producto o servicio en el mercado por razones de saturación de los mercados, cambio en los gustos de los consumidores, aparición de nuevos productos o servicios con mejores desempeños, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, avance científico que genera nuevas ideas e invenciones orientadas a sustituir el producto o servicio en el mercado, estancamiento en el proceso de I+D de la compañía que ofreció el nuevo producto o servicio, etc.

El anterior proceso no se asumió de manera lineal. Por el contrario, se consideró como un proceso interactivo donde las distintas fases se combinan, en particular, dependiendo de los objetivos de la investigación, de los mercados y de los consumidores a los cuales responde el nuevo producto o servicio, y del conocimiento generado en las Ciencias Básicas y en las Ciencias Sociales y Humanas.

Indicadores de éxito

Para efectos de la Guía del Estudio, en general, y de la selección de los casos, en particular, un proyecto de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación se consideró exitoso cuando cumplió con algunos de los siguientes indicadores de logro:

- Desarrollo de una invención: un nuevo material, proceso, procedimiento, un invento
- Desarrollo de una innovación: una nueva tecnología, un nuevo producto, servicio,
- Obtención de alguna forma de propiedad industrial: patente, derechos de autor, obtentores
- Publicación de libro en editoriales de clase mundial, internacional o de Colombia
- Publicación de artículo en revista mundial, latinoamericana o de Colombia, indexada
- Intervención y aporte en eventos científicos, tecnológicos o de innovación de clase mundial o internacional.
- Formación de científicos-investigadores y jóvenes investigadores-, de innovadores y emprendedores del conocimiento

De la combinación de los resultados obtenidos y de la aplicación de los indicadores en cada proyecto, resultó el siguiente cuadro comparativo:

Resultados obtenidos	Indicadores
Generación de avances científicos en relación con la frontera del conocimiento en algún campo específico.	Logro de una invención, un nuevo material, proceso, procedimiento, un invento. Publicación de libro, en editoriales de clase mundial, internacional o de Colombia. Publicación de artículo en revista mundial, latinoamericana o de Colombia, indexada. Intervención y aporte en eventos científicos, de clase mundial o internacional.
Generación de desarrollos tecnológicos y de innovación en algún campo específico.	Logro de una innovación, una nueva tecnología, un nuevo producto, servicio. Obtención de alguna forma de propiedad industrial, patente, derechos de autor, obtentores. Intervención y aporte en eventos especializados, tecnológicos o de innovación de clase mundial o internacional.
Fortalecimiento de la capacidad científica nacional.	Formación de científicos.(Investigadores y jóvenes investigadores)
Fortalecimiento de la capacidad en desarrollo tecnológica e innovación.	Formación de innovadores y emprendedores del conocimiento.
Generación de alto valor agregado en ciencia, tecnología e innovación.	Aporte a la balanza de pagos tecnológica. Exportación de conocimiento, tecnologías y servicios tecnológicos especializados. Aumento de las exportaciones, de productos y servicios de alto valor agregado. Sustitución de importaciones, de bienes y servicios de alto valor agregado. Creación de nuevas empresas del conocimiento.

A la vez, al considerar que el concepto de `éxito` es en tal grado relativo, que se podría asumir como exitoso un proyecto que, aunque de hecho pudiera verse como un fracaso —p.e., por no haber alcanzado el resultado inicialmente esperado— demostrara con rigor que mediante un determinado proceso, o metodología o planteamiento, no se pueden conseguir tales resultados. Estos casos se presentan en todos los campos del conocimiento pero, especialmente, en tecnologías específicas, p.e., de software o en la investigación para la generación de nuevos principios activos farmacéuticos.

De acuerdo con los anteriores criterios y sus especificidades —y sus posibles combinaciones— se seleccionaron inicialmente cerca de 120 proyectos en total, entre los cuales finalmente se estudiaron con mayor detalle 75, mediante la metodología del `estudio de caso`, para lo cual se elaboró y aplicó un instrumento de encuesta, se documentaron con base en los archivos de COLCIENCIAS y se visitaron las instituciones y actores responsables de su ejecución. La metodología incluyó 4 fases para el desarrollo del estudio y una adicional de preparación de la edición, con sus respectivas actividades, que fueron las siguientes:

Fases	Principales actividades
1. Preparatoria	Definición de aspectos administrativos Reunión de trabajo con el equipo de COLCIENCIAS Definición de la metodología definitiva
2. Selección de los casos a estudiar	Reunión con Programas del SNCyT en COLCIENCIAS. Revisión de la base de datos de los proyectos financiados por COLCIENCIAS en sus diversas modalidades. Búsqueda bibliográfica y de información. Aplicación de los criterios de selección. Selección y documentación de los 75 casos a estudiar.
3. Estudio de los casos seleccionados	Elaboración del instrumento de encuesta a aplicar en cada caso, según corresponda a los criterios señalados. Organización de la agenda y concertación de visitas a realizar en Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, Pereira y otras ciudades. Realización de las visitas y aplicación del instrumento.
4. Análisis de los casos estudiados	Sistematización de la información. Análisis de la información. Construcción de los casos y consulta a los funcionarios de COLCIENCIAS y a los investigadores principales. Elaboración del informe final. Entrega del informe final
5. Diseño Editorial	Constitución de un Comité Editorial para la publicación. Aprobación de la Metodología, la orientación editorial y los aspectos de contenido técnico -textos, gráfica- y de los aspectos institucionales de la publicación. Compilación y evaluación de los materiales aportados por los responsables de los proyectos seleccionados y los de los archivos de COLCIENCIAS. Diseño preliminar de la Edición, y aprobación por parte del Comité Editorial. Aprobación de los materiales por parte del Comité Editorial y la Subdirección de Programas Estratégicos de COLCIENCIAS.

Realización de visitas a los proyectos

Se consideró conveniente la realización de visitas a 50 de los 75 proyectos seleccionados, bajo los siguientes criterios:

- *Permanencia:* se visitaron a los investigadores o a los grupos de investigación cuando estos han continuado en esta labor. Se encontraron casos de investigadores que cambiaron de rol, o actualmente se encuentran en otras actividades o están retirados.
- *Institucionalidad:* se visitaron proyectos seleccionados, que estuviesen soportados por entidades y empresas responsables de los mismos.
- *Disponibilidad:* se visitaron proyectos cuando los investigadores principales o el grupo de investigación estuviesen disponibles. En ciertos casos, se encontró que los investigadores estaban fuera del país, o no estaban ya vinculados a la entidad responsable del proyecto.

Los propósitos de la realización de las visitas a los proyectos seleccionados fueron, fundamentalmente:

- Identificación de impactos de los proyectos, en especial, posteriores a la terminación de los mismos, así como impactos no esperados.
- Conocimiento directo de la capacidad institucional o del grupo de investigación responsables de los proyectos
- Definición y verificación de las posibles ilustraciones y materiales gráficos de los proyectos.
- Recolección de las fichas con los textos revisados y modificados, así como de las ilustraciones, cuando estas se encontraban listas.

Se realizaron las siguientes 50 visitas a proyectos del total de 75 casos seleccionados, de acuerdo con las ciudades de localización de los mismos: Bogotá, D.C., 21; Medellín, 13; Cali, 7; Bucaramanga, 6; y Santa Marta-Barranquilla, 3. Todos los responsables fueron contactados por medios electrónicos —correo-e, teléfono, fax— y por correspondencia, tanto por los responsables de este estudio como por los funcionarios de COLCIENCIAS que dieron apoyo institucional, operativo o técnico al desarrollo de esta compilación y el estudio correspondiente.

Valoración de los proyectos según los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología

A cada programa nacional de Ciencia y Tecnología se le indagó sobre los siguientes aspectos:

- Con el desarrollo del Programa: ¿Cuáles son los procesos consolidados en los últimos 15 años en Colombia? A manera de ejemplo presentamos los siguientes elementos: formación de escuelas de pensamiento (¿Cuáles? Consolidación de líneas de investigación (¿Cuáles?), Invenciones (¿Cuáles?)
- Patentes (¿Cuáles?). Derechos de autor (¿Cuáles?). Desarrollos tecnológicos (¿Cuáles?). Formación de investigadores (¿Cuántos, nivel y en cuáles áreas del conocimiento?). Internacionalización (¿Qué procesos?). ¿Regionalización? ¿Popularización?
- A juicio del Programa, ¿se considera importante destacar la labor de científicos en particular, teniendo en cuenta su prestigio nacional e internacional? ¿Cuál sería el proyecto o la línea de investigación a destacar en el caso de estos científicos?
- De parte del Programa, ¿es posible tener una mayor información sobre los impactos y externalidades de los proyectos?
- ¿Por qué la distribución geográfica de los proyectos seleccionados?
- ¿Se puede seleccionar algún caso exitoso empresarial?
- ¿Hay proyectos conjuntos Universidad – Empresa?
- ¿Hay proyectos exitosos conjuntos Empresa – Centro de Desarrollo Tecnológico? ¿Empresa – Centro de Investigación?
- Los proyectos seleccionados, ¿Se ejecutaron por entidades locales y nacionales? ¿Hay proyectos exitosos ejecutados con la participación de grupos, centros y empresas de otros países?

4. Proceso de selección y análisis de los casos exitosos

Con el propósito de adelantar el estudio de los casos exitosos, cada Programa Nacional de Ciencia y Tecnología de COLCIENCIAS, procedió a seleccionar los proyectos y casos, de acuerdo con las siguientes actividades:

- **Selección de los casos a estudiar.** De acuerdo con los anteriores criterios y sus especificidades — y sus posibles combinaciones— cada Programa preseleccionó una muestra hasta de 11 casos. Luego, cada Programa seleccionó una muestra final de 7 casos a estudiar.
- **Elaboración de ficha técnica.** El funcionario responsable de cada Programa en COLCIENCIAS procedió a completar la `hoja de trabajo´ por cada uno de los casos seleccionados.
- **Suministro de información técnica y materiales de apoyo gráfico.** Anexo a la ficha técnica, cada Programa adjuntó información relevante disponible sobre cada caso (publicaciones, documentos, informes, copias en CD, videos, etc.). De otro lado, los consultores revisaron la información documental, gráfica y digital disponible de cada proyecto en los archivos de COLCIENCIAS, así como la suministrada por los responsables de los proyectos seleccionados.
- **Análisis de los casos.** En conjunto con los Programas de COLCIENCIAS, se revisó cada caso y se definieron los proyectos finales a estudiar y publicar.
- **Redacción de los textos de los casos.** A partir de la hoja de trabajo, se solicitó a cada investigador principal o ejecutor institucional de los proyectos seleccionados que revisara la ficha técnica elaborada por los consultores, y destacara los aspectos y logros que a su juicio fueran los más importantes, así como la presentación de las ilustraciones que más convinieran a cada caso (fotografías, planos, modelos, etc.). A partir de esta información, se definieron aquellos proyectos que requerían una visita técnica para corroborar o mejorar la información disponible.
- **Elaboración final de los casos.** Con base en la anterior información, se procedió a redactar la versión final de cada caso y a documentarlo gráficamente.
- **Edición técnica de la publicación.** Como última fase, se preparó la edición del texto a publicar, como producto final del presente Estudio.

Finalmente, se concluye que la metodología aplicada en el Estudio de los Casos Exitosos de Investigación e Innovación financiados por COLCIENCIAS, ayudó positivamente a obtener los resultados esperados.

Anexo 2

Análisis general de los casos seleccionados

En el estudio de los casos exitosos de investigación e innovación, financiados por COLCIENCIAS durante el período 1990 – 2005, del total de 107 proyectos preseleccionados por los 11 Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, se seleccionaron los 75 casos finales que se presentan en esta publicación.

De una evaluación general y principalmente cuantitativa de esta muestra se destacan los siguientes hechos:

1. Número de proyectos seleccionados por Programa

Programas Nacionales	Proyectos	%
1. Biotecnología	7	9
2. Ciencia y Tecnología de Salud	7	9
3. Ciencias Básicas	7	9
4. Ciencias y Tecnologías del Mar	6	8
5. Ciencias Sociales y Humanas	7	9
6. Ciencias del Medio Ambiente	7	9
7. Estudios Científicos Educación	7	9
8. Programa Nacional Agropecuarias	7	9
9. Electrónica Telecomunicaciones e Informática	6	8
10. Energía y Minería	7	9
11. Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	7	9
TOTAL	75	100

En la primera fase del proyecto se consideraron en promedio 10 casos por cada programa, y bajo criterio de los funcionarios responsables de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología de COLCIENCIAS, el Comité Editorial decidió reducir el número a 7 proyectos por programa, en promedio, con la excepción del Programa de Ciencias del Mar, el cual presentó 6 casos de mayor complejidad, relacionados más con programas de mediano y largo plazo, que con proyectos de corto plazo, para un total de 76 casos iniciales, y 75 finales, puesto que uno de ellos no pudo ser documentado al nivel adecuado para su inclusión.

2. Proyectos seleccionados por ciudades

La selección final de los casos a estudiar por cada ciudad presenta la siguiente localización geográfica:

Localización de Proyectos por ciudades y áreas de influencia	Cantidad	%
1. Bogotá, D.C.	30	40
2. Medellín	14	19
3. Cali	11	15
4. Bucaramanga	6	8
5. Cartagena	4	5
6. Santa Marta	3	4
7. Barranquilla	2	3
8. Pereira	2	3
9. Popayán	1	1
10. Manizales	1	1
11. Chinchiná	1	1
TOTAL	75	100

Se observa gran concentración de los proyectos exitosos seleccionados en la ciudad de Bogotá, D.C., seguida por Medellín y Cali. La Región Caribe presenta 9 casos exitosos mientras que el Eje Cafetero tiene un total de 4 proyectos seleccionados. De todas maneras, el 74% de los casos están localizados en Bogotá, D.C., Medellín y Cali, lo que confirma una vez más la amplia concentración de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en estas tres ciudades.

3. Proyectos seleccionados por actividades científicas y tecnológicas

Actividades Científicas y Tecnológicas	Proyectos	%
1. Investigación Aplicada	43	57
2. Desarrollo Tecnológico	16	21
3. Investigación Básica	10	13
4. Innovación	4	5
5. Popularización y Regionalización	2	3
TOTAL	75	100

El 57.9% de los proyectos seleccionados son de investigación aplicada, mientras que el 21.1% son proyectos de desarrollo tecnológico y el 13.2% corresponde a investigación básica.

4. Proyectos seleccionados por ejecutores

Ejecutores de los Proyectos Seleccionados	Proyectos	%
1. Universidades	39	52
2. Institutos, Centros de Investigación y Desarrollo y CDT	26	35
3. Empresas	10	13
TOTAL	75	100

Se observa, todavía una baja participación de las empresas en proyectos (13.2%). El 52.6% de los proyectos seleccionados fueron ejecutados por 14 universidades, con la siguiente participación:

Universidades con Proyectos seleccionados	Proyectos	%
1. Universidad Nacional de Colombia	9	23
2. Universidad de Antioquia	9	23
3. Universidad de Los Andes	5	13
4. Universidad del Valle	4	10
5. Universidad Industrial de Santander	2	5
6. Pontificia Universidad Javeriana	2	5
7. Universidad del Norte	1	3
8. Universidad del Cauca	1	3
9. Universidad del Magdalena	1	3
10. Universidad Pedagógica Nacional	1	3
11. Universidad Tecnológica de Pereira	1	3
12. Universidad Autónoma de Bucaramanga	1	3
13. Universidad Pontificia Bolivariana	1	3
14. Universidad de Cartagena	1	3
TOTAL	39	100

La participación de las universidades públicas y privadas en esta selección de casos exitosos es la siguiente:

Universidades con proyectos seleccionados	Número	%	Proyectos	%
1. Universidades públicas	9	64.3	29	74
2. Universidades privadas	5	35.7	10	26
TOTAL	14	100	39	100

De otro lado, 4 de las 14 universidades están localizadas en la ciudad de Bogotá, D.C., con un 44.0% de los proyectos seleccionados.

5. Proyectos seleccionados por género

De acuerdo con la muestra seleccionada, el papel de la mujer como investigadora principal, es decir, al frente de la dirección de los proyectos, todavía, está bastante restringido. Los investigadores principales de los 75 proyectos estudiados se distribuyen de la siguiente manera, según género: el 82% de los investigadores principales son hombres, mientras que el 18% son mujeres.

6. Aplicabilidad de los proyectos estudiados

Cada uno de los proyectos estudiados se caracteriza por un mayor o menor nivel de aplicación, o por el aporte a la solución de necesidades y problemas de la realidad, o por entregar un producto final. Enseguida, se presentan algunos de los proyectos ejecutados, según su grado de aplicación, o si están más en el campo de la investigación básica, según la siguiente clasificación:

- Proyectos en la frontera del conocimiento (Investigación)
- Proyectos experimentales (Investigación)
- Proyectos aplicados (Investigación)
- Proyectos con productos tangibles (Innovación)
- Proyectos de transferencia y popularización (Innovación)

6.1 Proyectos en la frontera del conocimiento. Son pocos los casos analizados cuando se trata de investigación básica, en el sentido de mover la frontera del conocimiento desde Colombia en algún campo de la ciencia o de la tecnología. Como ejemplos se pueden citar los siguientes:

- o *‘Procesamiento y Análisis de Imágenes como Herramienta para Medir la Actividad Mtt-Reductasa en Cardiomicitos Ventriculares Aislados’*. Antes de este proyecto no había suficiente investigación sobre los mecanismos de lesión y protección de las células cardiacas, ni el estado de viabilidad y muerte de las mismas. El proyecto logró desarrollar la tecnología de procesamiento y análisis de imágenes digitales de cardiomiocitos. Caso 03.
- o *‘Estudio de las proteínas reguladas por calcio y por calmodulina durante el ciclo asexual de Plasmodium falciparum’*. La generación de nuevo conocimiento molecular permitirá la superación de la infección malárica, para hacer propuestas novedosas en el desarrollo de quimioterapias alternativas. Caso 12.
- o *‘Síntesis y caracterización de los productos de ciclación de orto-fenilendiaminas, ortodiaminopirimidinas, orto-diaminopirazoles con derivados metilénicos del ácido de meldrum y b-(n,n-dimetilamino) propiofenonas’*. La importancia de este proyecto radica en la posible actividad biológica de nuevos compuestos heterocíclicos fusionados conteniendo nitrógeno, potencialmente útiles en la búsqueda de nuevos fármacos. Caso 15.
- o *‘Molecular biology of the macrophage: regulation of MHC class II expression and mycobacterial-induced programmed cell death’*. La investigación enfrentó el problema de la tuberculosis en seres humanos, mediante el estudio de los aspectos críticos de la biología celular y molecular del macrófago, particularmente, en su interacción con *Mycobacterium Tuberculosis H37Rv* (MTB), el agente causal de la tuberculosis en humanos. Caso 17.
- o *‘Las funciones eto-fisiológicas de la comunicación acústica en la rana Hyla labialis’*. Se determinó la función biológica de cada una de las categorías de sonido que emite esta clase de rana. Caso 18.
- o *‘Estudio de los fenómenos dependientes de calcio durante la invasión del eritrocito por el parásito plasmodium falciparum’*. Esta investigación ha significado un avance significativo en el conocimiento de los aspectos de interacción hospedero-patógeno en el modelo de la malaria. Caso 19.
- o *‘Efectos de presiones externas sobre las propiedades ópticas de heteroestructuras semiconductoras de gaas’*. Hace un significativo aporte teórico al desarrollo futuro de la Nanotecnología, en el campo de la Física del Estado Sólido. Caso 20.
- o *‘Proyectos sobre lenguas aborígenes. Lingüística aborígen III etapa, conceptualización y elaboración de una base de datos del CCELA’*. Desde 1987, el Centro Colombiano de Estudios de Lenguas Aborígenes se comprometió con el estudio de 36 de las 66 lenguas aborígenes de Colombia, entre ellas 7 lenguas tonales: Yuhup-makú, Puinave, Muinane, Tanimuka, Kaméntsá, Sáliba y Uwa. Caso 28.

6.2 Proyectos experimentales. En la mayoría de estos casos se trata de la asimilación de los avances en la frontera del conocimiento mundial para, luego, colocarlos al servicio de algún problema o necesidad local. Como ejemplo, se pueden señalar diversos casos, como son:

- o *‘Producción del Alergeno Mayor del Ácaro Blomia tropicalis mediante Tecnología ADN Recombinante’*. Con este proyecto, Colombia entró en su momento en la era de la biotecnología moderna, referida a la utilización de nuevos desarrollos del ADN Recombinante y técnicas avanzadas de cultivo de células y tejidos e inmunología. Caso 01.
- o *‘Factores modificatorios de la edad de inicio del Alzheimer familiar por mutación E280A de la presenilina 1 (ps1)’*. Dentro de una misma familia, puede existir una variabilidad de la edad de inicio de hasta dos décadas, como sucede en Antioquia 1. La mutación E280A no explica la variabilidad de la edad de inicio, lo que indica que deben existir otros factores genéticos y/o ambientales que la modifican. Caso 11.
- o *‘Ensayos de estrategias de control de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas’*. Esta investigación permitió conocer el comportamiento de tres herramientas de control de triatominos, lo que permite seleccionar las aplicaciones más apropiadas según las condiciones epidemiológicas y económico-sociales. Caso 13.
- o *‘Estudio clínico molecular de familias con trastorno afectivo bipolar’*. El TAB es uno de los estados psiquiátricos más frecuentes, de elevada morbimortalidad y de un alto costo socioeconómico, con una prevalencia estimada de alrededor del 1,7% de la población en Colombia. Caso 14.
- o *‘Desarrollo de fibras poliméricas biconstituidas para hilatura de alta velocidad’*. Este proyecto aportó al desarrollo del conocimiento sobre este tema en Colombia, y las fibras obtenidas con mezclas de Polipropileno y Poliamida se pueden llevar a escala industrial. Caso 16.

- o *“El método estocástico de aproximaciones externas para minimización de los costos de control de contaminación del aire”*. Con base en el desarrollo de un modelo matemático, esta investigación contribuye a minimizar los costos en solución del problema de control de contaminación del aire. Caso 21.
- o *“Compuestos de origen marino de interés químico, quimiotaxonómico y farmacológico”*. Se han investigado organismos de origen marino productores de compuestos novedosos, en particular, en su estructura química y han sido sometidos a diferentes ensayos para establecer su actividad biológica. De este modo, se han sentado las bases para desarrollar nuevos productos farmacéuticos de origen marino. Caso 25.
- o *“Infección por el virus de la mancha blanca en el cultivo del *Penaeus vannamei*”*. Se investigaron los mecanismos de respuesta antiviral y la optimización de métodos de diagnósticos en la patología de esta variedad de camarón, siguiendo la línea establecida de generar conocimiento que permita enfrentar los retos que presenta la industria camaronera. Caso 27.

6.3 Proyectos aplicados. En estos casos, se busca, ante todo la solución a un problema claramente focalizado, mediante la aplicación de técnicas y conocimientos disponibles. Como ejemplos, se pueden señalar los siguientes casos:

- o *“Ganado Criollo Colombiano”*, en el cual se analizaron razas de ganado, mediante marcadores moleculares, en el cromosoma Y, ADN mitocondrial / mtDNA y nucleares autosómicos. Caso 02.
- o *“Obtención de plantas transgénicas de papa resistentes al virus X de la papa y al virus del enrollamiento de la hija de papa mediante transformación con *Agrobacterium tumefaciens*”*. En este proyecto se obtuvieron plantas de papa transformadas genéticamente en Colombia. Caso 06.
- o *“Obtención de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* con actividad bioinsecticida contra coleópteros y evaluación de alternativas de uso de cultivos de *Solanum tuberosum*”*. El proyecto ha contribuido al conocimiento y conservación de la biodiversidad microbiana con que cuenta el país, particularmente, de microorganismos de interés para la actividad agrícola. Caso 07.
- o *“Ensayos de estrategias de control de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas”*. Esta investigación permitió conocer el comportamiento de tres herramientas de control de triatomíneos, lo que permite seleccionar las aplicaciones más apropiadas según las condiciones epidemiológicas y económico-sociales. Caso 13.
- o *“Evaluación ecológica, tecnológica y económica de las pesquerías del mar caribe de Colombia”*. Ha permitido conocer el estado de explotación de los principales recursos y sus impactos ecológicos, biológicos y tecnológicos, mediante el desarrollo de un sistema de estadísticas pesqueras -capturas, desembarques y esfuerzo pesquero- de mayor cobertura espaciotemporal. Caso 22.
- o *“Características de las familias y escuelas relacionadas con los comportamientos agresivos y prosociales en niños y niñas de 3-11 años”*. Se analizaron los fenómenos de agresividad y prosocialidad y el papel que tienen las instituciones familia y escuela; se aplicó a una muestra de 714 niños en 20 establecimientos de preescolar y primaria de estrato 2, en Medellín. Caso 30.
- o *“Organización social, dinámicas culturales e identidades de las poblaciones afrocolombianas del pacífico y sur occidente de un contexto en movilidad y urbanización”*. El proyecto analizó los procesos sociodemográficos y socioculturales de la integración de las poblaciones negras y mulatas, en un contexto socio-histórico de orden racial. Caso 33.
- o *“Caracterización de la biodiversidad en áreas prioritarias del flanco oriental de la Cordillera Oriental de los andes colombianos”*. En un esfuerzo científico cuyos resultados contribuyen a la construcción de un mayor conocimiento biológico de la biodiversidad y su inventario nacional. Caso 37.
- o *“Telemetría inalámbrica sobre redes IP”*. El proyecto se basó en transferencia de tecnología la usar modernas herramientas de diseño, simulación y el desarrollo de software, el cual consistió en la migración de 3 dispositivos que transmiten datos en redes Cellular Digital Packet Data / CDPD a dispositivos con capacidad para transmitir datos sobre redes Global System for Mobile Communication / GSM y Code-Division Multiple Access / CDMA. Caso 59.
- o *“Tesmonitor”*. Este proyecto, que fortalece la capacidad de desarrollo de las tecnologías de telecomunicaciones, automatiza las mediciones del espectro radioeléctrico, mediante un software especializado integra analizadores de espectro, sistemas de posicionamiento global / GPS, mecanismos de movimiento automático de antenas de recepción y cualquier tipo de instrumento de medición que el usuario requiera en ingeniería de telecomunicaciones. Caso 60.

6.4 Proyectos con productos tangibles. Algunos casos se caracterizan por ofrecer un producto final tangible en términos de un prototipo, una formulación, una patente, un equipo, un sistema de información, un software, etc.. Algunos ejemplos, son:

- o *Validación de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (Prc) para el Diagnóstico Específico de la Tuberculosis Bovina*, en el cual se logró la producción y comercialización del prototipo comercial del Kit Tb-Milenium para el diagnóstico de Tuberculosis Bovina. Caso 04.
- o *Sistema de monitoreo para los ambientes arrecifales en Colombia y evaluación de agentes de mortalidad coralina.* Puso en marcha el *Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia*, para evaluar y monitorear la salud ambiental y la dinámica de las áreas de arrecifes coralinos en las dos costas, comprender los factores de deterioro y disponer de información actualizada para su adecuado manejo y uso sostenible. Caso 23.
- o *El sistema de descontaminación productiva CIPAV: una tecnología para reducir la contaminación del agua por vertimientos pecuarios y domésticos.* Está conformado por biodigestores, candelas con plantas acuáticas y cultivos asociados, y tiene como principales ventajas su bajo costo y la posibilidad de generar productos útiles en la finca, como combustibles, forrajes y abonos, con los cuales se pueden sufragar los costos de implementación. Caso 41.
- o *Caracterización fisiológica y uso potencial de accesiones promisorias de ají amazónico con miras a su introducción en las cadenas agroproductivas de la región amazónica colombiana.* Se investigó el comportamiento agronómico de las accesiones de ají amazónico, y se desarrollaron productos agroindustriales como encurtidos y salsas de frutas amazónicas con ají, con marca comercial — *Majiña*— y con derecho de propiedad intelectual, que empieza a posicionarse en el mercado nacional. Caso 50.
- o *Disminución de costos en la cosechas de café mediante la mecanización y la cosecha manual asistida.* Se identificaron técnicas para optimizar la etapa de la recolección del café, incrementar la productividad de la mano de obra, mejorar la calidad del trabajo y disminuir los costos, y se diseñaron dispositivos mecánicos para aumentar la productividad de los recolectores. Caso 54.
- o *Macroproyecto de caña verde.* El proyecto adoptó tecnologías limpias para el manejo agronómico de la caña verde y la cosecha sin quema. Además, se duplicó la productividad con la utilización de la semilla de caña de azúcar libre de patógenos. También, se generó la posibilidad de patentar un bioinsecticida. Caso 55.
- o *Preparación, transporte y combustión de emulsiones de hidrocarburos pesados y carbón pulverizado /CCTA.* El proyecto desarrolló un combustible innovador, basado en la formulación de mezclas triples CCTA —carbón, combustóleo, tensoactivo y agua—, con un contenido de carbón hasta del 35% en peso, que ofrece una nueva alternativa con mayor valor agregado en el uso económico del carbón y los *crudos pesados*. Caso 64.
- o *Formulación y producción de estabilizadores químicos para suelos finos colombianos.* Los estabilizadores se desarrollaron con base en mezclas de sales comerciales producidas en el país y especificaciones técnicas y económicas adecuadas para usarlas en el mejoramiento de las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los suelos finos -limos y arcillas-, de diferente naturaleza, sobre los cuales se construye la red vial secundaria y terciaria nacional. Caso 65.
- o *Investigación y desarrollo de una mezcla química para la generación de un producto farmacéutico aplicado al control de ácaros.* El proyecto es un esfuerzo de innovación y tecnología, al generar una mezcla química capaz de eliminar en su hábitat a los ácaros implicados en el proceso alérgico. Caso 70.
- o *Investigación de un material compuesto de polímero y fibra de fique como una alternativa ecológica de sustitución de la madera en algunas de sus aplicaciones masivas.* El proyecto investigó un material que se ha denominado *Plastifique*, compuesto de polímero reciclado, reforzado con fibras de fique o cabuya y con partículas de carbonato de calcio. Caso 75.
- o *Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia - REDCAM.* El proyecto puso en marcha un Sistema de Información y Gestión de Base de Datos, como fundamento para estructurar la Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina. Caso 24.

6.5 Proyectos de transferencia y popularización. En algunos casos, se observa la preocupación por difundir y popularizar conocimientos al servicio de poblaciones claramente definidas. Como ejemplos, se pueden señalar los siguientes:

- o *“Reducción de la mortalidad en menores de cinco años: utilización de un modelo de movilización social para estimular las acciones de prevención y atención oportuna”*. Se trató de una estrategia de movilización social y promoción de la salud en la infancia, mediante la aplicación de las tecnologías de información y comunicación / TIC. Caso 08.
- o *“Modelos de movilización social con énfasis en la actividad física y estilos de vida saludables para reducir el sedentarismo en las regiones de Bogotá, Antioquia y Quindío”*. Es una solución al sedentarismo, problema de salud pública que afecta la calidad de vida de la población. Caso 09.
- o *“Eficacia de una solución oral de baja osmolaridad para el tratamiento de niños deshidratados por diarrea. Un ensayo clínico”*. Presenta una solución al problema de la diarrea y la consecuente deshidratación en la población infantil, como situación de salud pública endémicas en el contexto colombiano, debido a las características de pobreza de un alto porcentaje de la población. Caso 10.
- o *“El video argumental como herramienta en la enseñanza de las ciencias. el arte de la ciencia: Galileo Galilei”*. Es una manera de facilitar la apropiación de la ciencia por parte de la sociedad, y de despertar el interés de jóvenes y niños, mostrando al espectador que las matemáticas no son sólo un tema académico, sino que sirven para comprender el mundo. Caso 42.
- o *“Tecnologías de apoyo para la comunicación aumentativa y alternativa”*. Está orientado a ofrecer soluciones tecnológicas a la población con discapacidad que presenta problemas de interacción con el entorno, mediante el conocimiento y aplicación de tecnologías dispuestas para mejorar las condiciones de comunicación, acceso, movilidad y posicionamiento corporal. Caso 58.
- o *“Desarrollo de clones y/o cultivares de papa resistentes a la gota y a los virus más limitantes en la producción”*. Este proyecto desarrolló clones y/o cultivares de papa resistentes al hongo *Phytophthora infestans*, causante de la “gota” de la papa. Los agricultores de las zonas paperas de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño participaron en la experimentación, y fueron los protagonistas al definir los clones promisorios y las futuras variedades apropiadas para sus regiones particulares. Caso 52.
- o *“Estandarización de Métodos de Limpieza y Propagación Rápida In Vitro de Variedades Promisorias de Uvas de Mesa y de Vino en el Departamento del Valle”*. En este caso, se buscó estandarizar y adaptar métodos de limpieza y propagación rápida *in vitro* de material vegetal libre de plagas y enfermedades de variedades de uvas de mesa y de vino y, luego, transferir estas prácticas a los vitivinicultores. Caso 05.
- o *“Ehas-Silvia. Servicios de información sanitaria para las zonas rurales del Cauca”*. La salud pública, los médicos y los pacientes de algunas regiones de Colombia disponen de las tecnologías de la información y las comunicaciones, las cuales superan las barreras geográficas y de infraestructura. Las comunidades de los Guambianos, de la cabecera municipal de Silvia, del Resguardo Páez de Pitayó y de la Vereda de Usenda son los primeros beneficiarios de este proyecto de telemedicina. Caso 62.

7. Observaciones generales

Los proyectos de cofinanciación desarrollados por empresas con el apoyo de universidades o centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico son del orden de 16 proyectos —21.1% de los proyectos seleccionados—, y ofrecen resultados aplicables y verificables en más corto tiempo, mientras que los proyectos académicos realizados por universidades y centros de investigación exclusivamente, generan escasos impactos y sus resultados son, por lo general, de largo plazo. El mayor peso de los proyectos seleccionados es académico, en una proporción aproximada del 79%.

El éxito observado en los proyectos de I+D está más directamente relacionado con su aplicabilidad, mientras que los proyectos académicos, ligados a la actividad de un investigador o grupo particular de investigación y aislado de la realidad, son menos exitosos o, al menos, sus resultados tardan más tiempo.

El mayor éxito en investigación e innovación está ligado a los proyectos de cofinanciación, donde están comprometidas empresas con universidades, centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico, tal vez porque hay mayores exigencias y presiones de alcanzar los resultados propuestos. Desde este punto de vista, el Sistema Nacional de Innovación ha desempeñado un papel estratégico en este logro, en particular, con el mecanismo de cofinanciación, sin lugar a dudas, la modalidad de financiamiento más exitosa y de mayor demanda, por parte de los sectores productivos.

Llama la atención que los objetivos y actividades de los proyectos de carácter académico se concentran, básicamente, en la realización de diagnósticos y en la descripción de problemas. Por el contrario, los proyectos con participación de empresas tienden a concentrarse en la solución de problemas, en la generación de soluciones y en el logro de resultados y productos tangibles.

Las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico se siguen caracterizando en Colombia por su notoria concentración geográfica, concentración institucional, concentración en pocas universidades y concentración en las universidades públicas. Por lo mismo, en el período 1990-2005 no se observa que se haya dado una descentralización ni una ampliación de los actores interesados en desarrollar las actividades científicas y tecnológicas de manera importante.

Pero un aspecto de mayor relevancia, es la baja o incipiente internacionalización de las actividades de ciencia y tecnología, y de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Prácticamente, la mayoría de los proyectos se ejecuta aisladamente al interior del país e internamente dentro de cada institución. Es decir, en muchos casos, no se evidencia la articulación entre las instituciones ejecutoras con otras entidades dentro del país y, menos aún, con instituciones de investigación fuera del país. El proceso de formación de redes especializadas de investigación es, apenas, un comienzo en algunos programas y proyectos, pero en general, no se observa una dinámica particular en este tema.

Es verdad que algunos investigadores y ciertos proyectos de I+D están vinculados a redes de investigación internacional. Sin embargo, en este caso se trata más de la iniciativa de algún organismo extranjero que por el propio interés interno. Ejemplos de estos casos son las redes promovidas por CYTED, OEA, IICA y OMS, que han permitido a algunos investigadores y sus respectivos proyectos participar en estas redes especializadas.

8. Conclusión

De acuerdo con el análisis de los casos exitosos de investigación e innovación, los logros y resultados obtenidos por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en estos últimos 15 años son de gran relevancia, sobretodo, porque se han construido diversos procesos de largo plazo, en particular, se han fortalecido las capacidades endógenas, las que permitirán construir una sociedad y una economía del conocimiento. Con todo, se requiere ir a un ritmo de crecimiento y desarrollo más rápido, en sintonía con la velocidad de cambio que presenta el mundo de hoy y de futuro.

