

# Crisol

Suplemento de Ciencia y Tecnología N°239 Setiembre 2010

## Nuevos estudios mejorarán calidad de arroz nacional

Manrique Vindas Segura <mvindas@vinv.ucr.ac.cr>

La calidad, el aroma y el sabor del arroz que usted diariamente come en el gallo pinto o como parte del tradicional casado mejorarán, gracias a una serie de investigaciones que la Universidad de Costa Rica (UCR) realiza en conjunto con otras instituciones públicas.

Todo comenzó con el proyecto denominado *Evaluación de materiales de arroz en la zona de Turrialba*, en 2008, iniciado por el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) y la Sede del Atlántico, ambos de la UCR.

Posteriormente se incorporó a la iniciativa la Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit Moreno" (EEAFBM), también de la UCR, y se ha contado con la colaboración del Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Sede de Guanacaste de la Universidad Técnica Nacional (UTN).

La realización de este tipo de estudios recobró actualidad e importancia en el actual contexto mundial caracterizado por la escasez de granos y la crisis alimentaria que sufren muchos países subdesarrollados.

Uno de los primeros logros de este trabajo conjunto es el desarrollo de un banco de germoplasma, colección que incluye materiales de arroces criollos, tanto para autoconsumo o producción de subsistencia, como para fines comerciales y promisorios (materiales con posibilidades para el mejoramiento genético). Algunos de esos materiales fueron introducidos al país desde inicios del siglo XX.

Se cuenta con más de 60 genotipos, de estos, 45 están siendo caracterizados de acuerdo con variables técnicas definidas por el Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI, en inglés), a fin de seleccionar progenitores que permitan el desarrollo de nuevas líneas mejoradas de arroz por medio de cruces.

Dichos progenitores incluyen 15 materiales de autoconsumo, 11 comerciales y 19 promisorios, que fueron introducidos al país por el INTA, organización adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Hasta el momento, los materiales se han evaluado en la región Huetar Atlántica, mediante siembras en la zona de Turrialba, donde ya se han realizado dos ciclos de cultivo, uno en 2009 y otro durante el presente año. En la región del Pacífico norte, en Cañas, Guanacaste, se tienen dos sembradíos en condiciones agroecológicas distintas, uno en "condición anegado" y otro en "secano favorecido".

Este año se sembró el grano en condiciones similares en la región del Pacífico central, en coordinación con la cooperativa Coparroz, de los cantones de Aguirre y Garabito, afirmó el M.Sc.

Álvaro Azofeifa Delgado, investigador del Cigras y profesor de la Escuela de Agronomía de la UCR.

Entre los ensayos que se están efectuando, el investigador detalló uno para ajustar las curvas de crecimiento y la absorción de nutrimentos en dos tipos de arroz: uno para autoconsumo (INTA Miravalles) y otro comercial (Palmar 18), con el fin de mejorar los programas de fertilización en esos materiales.

También se planea extender la investigación a las regiones del Pacífico sur y Huetar norte.

### Investigación integral

Según explicó Azofeifa, los proyectos de investigación contemplan diferentes objetivos, entre los que se pueden mencionar "la evaluación y generación de información sobre la adaptación y características morfológicas, fenológicas, varietales, agronómicas, poscosecha y nutricionales de 45 genotipos de arroz".

También se pretende "fortalecer los lazos de cooperación intrainstitucional entre el Cigras, la Sede del Atlántico, la EEAFBM, el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) y el Centro de Investigación para la Protección de Cultivos (Ciproc), de la UCR.

De igual forma, se busca estimular la colaboración interinstitucional entre la UCR, el INTA y la UTN.

La obtención de progenitores para el desarrollo de nuevos materiales de arroz es de gran utilidad para los arroceros. En este sentido, la información generada no quedará solo escrita en un artículo científico o entre las paredes institucionales, sino que los resultados y el conocimiento serán transferidos a asociaciones de agricultores y productores de arroz, aseguró Azofeifa.

En cada uno de los materiales de arroz se evalúan más de 120 variables morfológicas, fenológicas, de poscosecha, agronómicas y culinarias. Como ejemplo, citó que entre los aspectos morfológicos se analiza el número de espigas por cepa, la inserción de la espiga y la altura.

En cuanto a las características fenológicas, interesa conocer el número de días en que se inicia la brotación o macollamiento, la floración y la cosecha, entre otras. Algunas de las variables agronómicas que se están evaluando comprenden el rendimiento, resistencia y tolerancia a enfermedades y plagas.



Según los especialistas de la UCR, la obtención de progenitores para el desarrollo de nuevos materiales de arroz es de gran utilidad para los arroceros.

Foto: Álvaro Azofeifa.

En la parte culinaria y de poscosecha se estudian el tipo de grano, su contenido de almidones, mineral y proteico, así como tipos de aminoácidos para alimentos fortificados.

Se pretende explorar también nuevos nichos de mercado, como son los arroces aromáticos.

Como los proyectos son participativos, se motiva a los productores y productoras organizadas en asociaciones y en cooperativas a que sugieran otros elementos de interés para ellos.

### Nuevos proyectos

El proyecto *Evaluación de materiales de arroz en la zona de Turrialba* originó otros esfuerzos necesarios para el mejoramiento del grano, entre ellos, el estudio de la resistencia y tolerancia del arroz al ácaro *Steneotarsonemus spinki*.

Con esta investigación se pretende identificar cuáles tipos de arroz son resistentes, tolerantes, susceptibles o preferentes al llamado ácaro del vaneó. Este ácaro, o el complejo que este forma con el patógeno *Sarocladium oryzae*, puede echar a perder desde un 30 por ciento hasta un 70 por ciento de la cosecha, ya que produce granos vanos o la pudrición de los tallos de la cepa.

Otro estudio es la selección de materiales resistentes a condiciones de "estrés ambiental", como sequía, suelos pobres, ácidos o con salinidad.

Además, se busca la inducción de mutaciones con agentes químicos y físicos que aumenten la producción, la resistencia a enfermedades, o bien, varíen la morfología y la arquitectura de la planta.

Asimismo, se realizan estudios para analizar el uso de microorganismos beneficiosos, por ejemplo *Rhizobium sp.* y *Trichoderma sp.*, que ayudan a mejorar la condición nutricional y sanitaria de la planta y por ende, se disminuye el uso de agroquímicos.

"Se está tratando de disminuir la utilización de agroquímicos en el cultivo del arroz, lo cual traerá beneficios para el productor, para el ambiente y para el consumidor, porque le va a llegar a su mesa un producto más sano", aseguró Azofeifa.

En su criterio, estas investigaciones de la UCR contribuirán al desarrollo de nuevos materiales de arroz en el país, no transgénicos, sino mejorados, mediante técnicas convencionales.

# UCR y CENIBiot impulsan pro



Según el M.Sc. Jorge Isaac Martínez Corona, jefe de la planta de bioprocesos del CENIBiot, este cuenta con capacidad para manejar varios proyectos a la vez (foto Laura Rodríguez).

Doce investigaciones de la Universidad de Costa Rica (UCR) en diversas áreas de la biotecnología se desarrollarán en la planta de bioprocesos del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), cuyos resultados tendrán un impacto positivo en la calidad de vida de la población costarricense.

Centros de investigación y otras entidades académicas de la UCR respondieron a la primera convocatoria realizada el año pasado por el CENIBiot para financiar y apoyar investigaciones en biotecnología a escala preindustrial y crear soluciones para varias empresas e instituciones del país.

Este Centro cuenta con equipos de alta tecnología, únicos en América Latina, para realizar este tipo de proyectos. Según su directora, la Dra. Marta Valdez Melara, muchos de ellos han sido hechos a la medida para la investigación en Costa Rica.

Las entidades universitarias relacionadas con estas investigaciones son el Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), el Centro de Investigación en Hematología y Trastornos Afines (Cihata), el Instituto de Investigaciones Farmacéuticas (Inifar), la Escuela de Química, el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), la Facultad de Ciencias Agroalimentarias, el Centro de Investigaciones en Productos Naturales (Ciprona) y el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA).

## Impacto en la salud pública

Uno de los proyectos es el de *Mejoramiento y protección de la salud costarricense a través de la aplicación de la farmacogenética*, el cual es impulsado por el Cihata, en colaboración con la Asociación Costarricense para el Tamizaje y la Prevención de Discapacidades en el Niño (ASTA).

Según el Mag. Pablo Alvarado, investigador del Cihata, esta es la primera vez que en Costa Rica se realiza una investigación en farmacogenética.

Manifestó que este proyecto consiste en iniciar “el estudio de ciertos polimorfismos relacionados con efectos farmacogenéticos en la población nacional y estandarizar técnicas para su uso futuro en el país. Este desarrollo busca mejorar la atención farmacológica de la población nacional, haciendo más efectivo y seguro el uso de fármacos”.

La investigación tendrá un alto impacto en la salud pública del país, pues mejorará la selección de medicamentos en el sistema de salud y reducirá el número de muertes y de hospitalizaciones por los efectos adversos de los fármacos.

Además, las futuras generaciones se verán beneficiadas, ya que estos nuevos conocimientos se pondrán a disposición del Programa Nacional de Tamizaje, lo cual incidirá en el análisis realizado a los niños y niñas desde temprana edad.

Por otro lado, la Escuela de Química, con representación de la Dra. Rosaura Romero, está impulsando el desarrollo de un *Paquete biotecnológico para la producción de planta seca y extractos de Justicia pectoralis (tilo) y Lippia alba (juanilama) con altos contenidos de sus principales activos para el uso de la industria farmacéutica y nutracéutica nacional*.

El objetivo de esta investigación es crear tecnologías que mejoren e impulsen los cultivos de tilo y juanilama, para cumplir con las especificaciones y estándares de calidad requeridos por la empresa farmacéutica nacional.

Este proyecto se realiza en conjunto con el Consejo Nacional de Producción (CNP) y el Grupo Ecológico de Mujeres de El Abanico, de San Ramón de Alajuela.

La iniciativa beneficiará al sector artesanal de productores y productoras de plantas medicinales, mediante el establecimiento de técnicas agrobiotecnológicas, que aumenten el valor de los productos. Además, se tendrá acceso a materia prima de alta calidad y generación de productos medicinales y aromáticos de mayor efectividad.

## Bioproductos para el agro

Otro proyecto que se llevará a cabo en el CENIBiot será el *Uso de una cepa costarricense de Bacillus thuringiensis (Bt) y de desechos agroindustriales locales para la producción de un bioinsecticida contra la Spodoptera frugiperda (gusano cogollero)*.

Este estudio es efectuado por el Programa de Mejoramiento Genético de Cultivos (PMGC) del CIBCM y el Grupo de Control Biológico y Bioproductos de la UCR, en colaboración con la empresa nacional Rimac S.A.

El objetivo principal es producir a escala industrial un bioinsecticida efectivo contra el gusano cogollero, que ocasiona daños al maíz, algodón, hortalizas y sorgo.

Se utilizará como sustrato de crecimiento algunos medios de cultivo que aprovechen desechos de la agroindustria costarricense.

Según la Mag. Rebeca Mora, investigadora del CIBCM y directora de este proyecto, “el uso de *Bt* como bioinsecticida es una alternativa viable para el control de insectos en la agricultura, ya que es una bacteria que produce inclusiones cristalinas durante la esporulación. Estas inclusiones contienen proteínas *Cry*, que son altamente tóxicas y específicas para insectos de importancia económica. Al mismo tiempo, son biodegradables e inocuas para humanos, vertebrados y plantas”.

En esta misma línea, la Facultad de Ciencias Agroalimentarias, junto con la empresa Biagro S.A., desarrollará el proyecto *Biofermentos para control de Mycosphaerella fijiensis morelet en banano*, el cual pretende combatir la sigatoka con la producción industrial de biofermentos enriquecidos con microorganismos quitinolíticos, es decir, que contengan compuestos de quinina y sus derivados.

Esta investigación, dirigida por la Dra. Lidiette Uribe, investigadora del CIA, cobra gran importancia ya que en el país no existen muchas alternativas al uso de agroquímicos en el control de la sigatoka, enfermedad que ataca al banano.



En el fotobiorreactor se monitorean y controlan las condiciones necesarias para el cultivo de microalgas y otros organismos fototróficos de los cuales se obtienen biodiesel, etanol y sustancias de interés para industrias como la farmacéutica y la alimentaria (foto Laura Rodríguez).

# Proyectos sobre biotecnología

Marisel Rodríguez Solís <marisel.rodriguez@ucr.ac.cr>

## Impulso al desarrollo de la biotecnología

La planta de bioprocesos del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot) fue inaugurada en agosto de 2009 con el fin principal de “generar productos y servicios para la empresa biotecnológica costarricense”, aseguró la Dra. Marta Valdez Melara, directora del Centro.

Es un proyecto financiado por la Unión Europea y el Gobierno de Costa Rica por medio del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Micit) y del Consejo Nacional de Rectores (Conare).

El CENIBiot cuenta con laboratorios y una planta piloto para bioprocesos con microorganismos y células vegetales.

Entre sus laboratorios, están los de química y análisis finos y de genómica y biología molecular; además tiene equipos para el análisis digital de imágenes microscópicas, entre otros servicios.

Para su labor utiliza equipos especializados, de los cuales muchos son únicos en Latinoamérica y han sido hechos a la medida de las necesidades nacionales. Algunos de ellos son:

- Centrífuga clarificadora para procesos de separación (a la medida).
- Sistema para micro-ultra filtración tangencial (muy pocos en el mundo).
- Monitores de biomasa en tiempo real para biorreactores.
- Dos microbiorreactores para 24 procesos independientes cada uno (muy pocos en el mundo).
- Cromatógrafo líquido acoplado a un detector de masas/masas (LC-MS/MS) (muy pocos en el país) y varios HPLC y FPLC.
- Secador por sistema de aspersión.
- Equipos de ultracongelación.
- Incubadoras biológicas y cuartos fríos para almacenamiento de cepas.
- Biorreactores tipo tanque agitado para 5 y 10 litros de volumen.
- Biorreactores pre-industriales, 70 y 140 litros.
- Fotobiorreactores para microalgas, 2 y 20 litros (muy pocos en el mundo).
- Rotavapores con capacidad para 2 a 20 litros.
- Liofilizadores con capacidad para 6 a 12 litros.

Además, el CENIBiot posee un equipo interdisciplinario de profesionales con entrenamiento en los centros de investigación más destacados en México, España, Colombia y Francia, así como con una Unidad de Desarrollo Estratégico y una plataforma de vinculación entre la academia, el sector gubernamental y los sectores productivos.

Además, los productores nacionales deben recurrir cada vez más a los productos agroquímicos importados, ya que el hongo *Mycosphaerella fijiensis* ha desarrollado resistencia a muchos de ellos.

El mismo equipo de trabajo del CIA desarrolla un proceso de escalamiento industrial de *Microorganismos utilizados como biofertilizantes y biocontroladores*, cuyos cultivos serán escalados a 50 y 100 litros de capacidad.

Con esta investigación se espera reducir la importación de agroquímicos, usar productos amigables con el ambiente y de alta calidad, a base de microorganismos nativos.

## Salud alimentaria

La Dra. Carmela Velázquez, directora e investigadora del CITA, dirige cinco proyectos para mejorar la salud alimentaria, junto a un amplio equipo de trabajo de la UCR y del CENIBiot.

En estas iniciativas participan empresas y organizaciones, entre ellas la Corporación Bananera Nacional (Corbana), Monteverde S.A., la Asociación de Productores Orgánicos de Turrialba (APOT), la Cooperativa Agrícola Múltiple de Alfaro Ruiz R.L. (Coopagrimar), Mundimar S.A. y Tecnologías Agroambientales JI S.A.

En dos de los proyectos se producirá ácido láctico a escala industrial, mediante el uso como sustrato del banano de rechazo de exportación, en uno de los casos, en el otro, el desecho de la industria de la piña.

Uno de esos proyectos beneficiará al sector bananero nacional, ya que contará con un mercado para la fruta de rechazo. Y en el caso de la piña, se reducirá la contaminación producida por los desechos agroindustriales de esta fruta.

Otro de los productos que se planea desarrollar es una bebida fermentada con probióticos, mediante el uso del *Lactobacillus casei shirota*, que le permitirá, en este caso a Monteverde S.A., competir en el mercado nacional con una bebida saludable y balanceada.

De igual manera, otra de las iniciativas pretende optimizar el proceso de fermentación a escala industrial para la elaboración de vinagre gourmet a partir del banano orgánico producido en Turrialba.

El impacto será positivo para las 255 familias productoras certificadas y 150 productores de la zona indígena de Grano

El CENIBiot fue creado con el objetivo de “generar productos y servicios para la empresa biotecnológica costarricense”, aseguró la Dra. Marta Valdez Melara, directora. (foto Laura Rodríguez).



de Oro, pertenecientes a la APOT, quienes estandarizarán el proceso de producción bajo condiciones de fermentación controlada.

Y por último, otro de los proyectos promueve la aplicación de tecnologías enzimáticas para el procesamiento de jugo clarificado de piña y de zanahoria. Este proyecto beneficiará a los productores del cantón de Alfaro Ruiz de Alajuela.

## Otros proyectos

En el CENIBiot también se desarrollarán dos paquetes tecnológicos para la *Remediación de aguas y suelos contaminados con metales pesados empleando técnicas de fitorremediación del ambiente* para la limpieza de suelos contaminados con metales pesados, como el plomo y el cromo, entre otros, sobre todo cuando se trata de aguas contaminadas provenientes de la agricultura. Este proyecto también es liderado por la Dra. Romero, de la Escuela de Química.

Por su parte, la investigadora Alicia Hernández, del Ciprona, lidera la investigación *Producción de bioetanol y aprovechamiento de la biomasa generada en la fermentación alcohólica, utilizando los desechos agroindustriales de la piña y el banano*.

Mediante este proyecto se generarán tecnologías para la producción de un biocombustible alternativo y el uso de los desechos de la agroindustria, con lo cual se busca reducir los costos por tratamiento de residuos agrícolas.



Este es el laboratorio para cultivo de células vegetales, el cual incluye entre otros equipos, fotobiorreactores tipo tanque agitado, incubadoras microscopios y cámaras de flujo laminar (foto Laura Rodríguez).



# Poder y control definieron espacio de compañía bananera

Lidiette Guerrero Portilla <lidiette.guerrero@ucr.ac.cr>

Parte del espacio que ocupó la United Fruit Company en Golfito fue restaurado por la UCR para la instalación del Recinto de Golfito.

Un estudio de la conformación del espacio que ocupó la United Fruit Company en Golfito reveló cómo se intervino el espacio físico para asegurar la vigilancia y el ejercicio del poder en la ciudadela construida por esa compañía.

En su investigación *Sintaxis del espacio y narrativa del poder*, el Dr. Henning Jensen Pennington, del Instituto de Investigaciones Psicológicas y Vicerrector de Investigación de la Universidad de Costa Rica (UCR), explicó que el asentamiento de la compañía bananera modificó de forma dramática la región, conformada desde el siglo XIX por emigrantes de Panamá y del Valle Central costarricense, quienes se dedicaban a la producción de granos y al cultivo del banano en la zona.

En Quepos, la empresa absorbió a los productores locales, pero en Golfito se dedicó a la producción extensiva de banano y excluyó a los productores independientes.

Según el Dr. Jensen, desde el valle del río Coto Colorado hasta la frontera con Panamá, donde había plantaciones e infraestructura portuaria para la exportación del banano, se dio el trasiego político, el ordenamiento territorial de toda la región acorde con los requerimientos productivos y administrativos de la compañía y la construcción de la red vial y ferroviaria supeditada a la exportación y transporte de la fruta hacia los barcos que atracaban en el muelle de Golfito.

La United Fruit Company, por la manera en que ejerció el poder político y económico, su estructura administrativa, la dinámica de administración, los ligámenes políticos y los alcances territoriales, fue la primera corporación transnacional de capital estadounidense que se asentó en Centroamérica, en el Caribe y en Suramérica y se aseguró el respaldo político, económico y militar de Estados Unidos, manifestó el Dr. Jensen.

“Su influencia sobre las naciones en donde se estableció fue sencillamente avasalladora y temible a la vez”, afirmó.

El impacto en el asentamiento humano que generó la compañía bananera se mantiene hasta el presente, razón por la cual el psicólogo Jensen realizó el estudio del espacio que ocupó y las construcciones que hizo.



La compañía bananera construyó una “ciudad jardín” en Golfito, regida por imperativos del terreno como relieve, clima, fauna y flora

Según lo detalla en su trabajo, construyeron una “ciudad jardín” regida por imperativos del terreno: relieve, clima, fauna y flora y por otros intereses de orden socio-técnicos que ayudaron a la distribución de la territorialidad física. Todo esto hizo que en la ciudadela se establecieran elementos que funcionaron como organizadores de las relaciones sociales y de la territorialidad.

## Jerarquización del espacio

De acuerdo con el análisis del Dr. Jensen, se ejerció el poder desde la jerarquización que se hizo del espacio, pues este se dividió en tres: la zona blanca o americana, donde estaban los funcionarios de alto nivel y sus instalaciones recreativas (piscina, canchas de tenis y de golf y amplios jardines); la zona amarilla que contenía las viviendas de funcionarios de nivel intermedio y de empleados solteros, su club social, los edificios administrativos, servicios de salud y proveeduría; y la zona gris correspondía a trabajadores portuarios, capitanía del puerto y la infraestructura operativa.

El investigador encontró que en cada zona hay elementos que revelan relaciones implícitas y explícitas sujetas a una sintaxis espacial; es decir, a un conjunto de reglas que señalan la dirección de los flujos comunicativos y de tránsito, donde se nota el acceso, la exclusión o la segregación en la utilización del espacio, así como la coordinación entre los niveles de autoridad.

Jensen afirmó que el mapa del lugar muestra claramente puntos referenciales que se asocian de manera lineal, entre ellos la capitanía portuaria y el parque, el hospital, la casa administrativa, la casa club, así como las casas del subgerente, gerente y jefe de Contabilidad.

La sintaxis espacial cumplía una función clasificatoria de las actividades sociales y, al mismo tiempo, de mecanismo articulador de las diferentes dimensiones socioespaciales, porque, según lo explicó el investigador, la división de zonas con rangos y funciones generaba en los empleados paisajes mentales que regulaban su percepción del espacio y la posibilidad de circulación.

La otra dinámica que se dio fue la vigilancia, favorecida por la “enfilada” o conjunto de construcciones con acceso en fila, que facilitaba la observación y el control de todas las actividades.

El desnivel también favorecía una inspección universal, omnipresente y determinante, sin que se viera la mirada inspectora. El poder y la autoridad mantenían la posibilidad de señalar con precisión el sitio que ocupaba cada elemento, cosa o persona.

El Dr. Jensen comentó que aunque ahora ese mapa pueda parecer que cumple una función orientadora, su finalidad intrínseca fue la apropiación.

Crisol Setiembre 2010, No. 239. Semanario Universidad, edición No. 1869. Publicación mensual de la Oficina de Divulgación e Información (ODI) de la Universidad de Costa Rica.

Editora: Patricia Blanco Picado. Colaboraron en este número: Lidiette Guerrero, Marisel Rodríguez y Manrique Vindas, periodistas.

Fotografía: Laura Rodríguez Rodríguez y Jorge Carvajal Aguirre. Diseño y Diagramación: Thelma J. Carrera Castro.

ODI, Edificio administrativo C. 1er. Piso. E-mail: patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Sitio Web: <http://www.odi.ucr.ac.cr>

Teléfono: (506) 2511-1168

Fax: (506) 2511-5152