

# **ANÁLISIS DE LOS PREMIOS DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA SECCIÓN DE CIENCIAS AGRARIAS Y DE LA PESCA (1996-2010)**

**Omelio Borroto Leal, Carlos Borroto Nordelo, María Teresa Cornide Hernández, Soledad Díaz Otero, María Teresa Frías Lepoureau, Olegario Muñiz Ugarte, Ramón Santos Bermúdez, Lydia Margarita Tablada Romero, Walfredo Torres de la Noval, Mario Varela Nualles<sup>1</sup>**

## **Resumen**

En el presente trabajo se analizan los 147 resultados presentados por 33 instituciones científicas cubanas y premiados por la Academia de Ciencias de Cuba a propuesta de la Sección de Ciencias Agrarias y de la Pesca durante cuatro ejercicios académicos, entre 1996 y 2010, como una muestra de las investigaciones en estos campos.

Se discuten los resultados de la clasificación de las instituciones ejecutoras principales, a cargo de la autoría y dirección de estos trabajos, por su estabilidad considerando como indicadores: el número total de premios; la regularidad anual (tres o más años consecutivos) y la estabilidad de presentación por ejercicio académico (al menos un premio por período). Se diferenciaron cuatro tipos de patrones de estabilidad compuestos por 16 instituciones; y 15 instituciones con uno o varios premios en un solo ejercicio académico.

Los trabajos fueron clasificados en nueve campos científicos o especialidades: sanidad vegetal; genética vegetal, fitomejoramiento y manejo varietal; fisiología de las plantas; biotecnología de plantas; ingeniería genética y genómica funcional; salud animal; ciencia animal; pesca; y ciencias del suelo.

La caracterización de los trabajos por especialidad durante los dos ejercicios más recientes (2002-2010) se realizó mediante Análisis Factorial Discriminante considerando como variables el número de: entidades ejecutoras principales, otras entidades participantes, autores principales, coautores, colaboradores y publicaciones de impacto. El primer eje discriminante representó el 88,5% de la variabilidad total, con una contribución relativa mayor del número de publicaciones de impacto y del número de colaboradores. El plano de los dos primeros ejes permitió diferenciar el campo de la ciencia animal.

Se incluye una reseña de los premios por cada especialidad. Se hacen consideraciones sobre el desarrollo de las investigaciones premiadas, sus impactos, la consolidación de la calidad científica y la visibilidad internacional de la ciencia cubana en esta esfera durante el período analizado, así como algunos retos a abordar en un futuro inmediato.

---

<sup>1</sup> Los autores se presentan en orden alfabético de apellidos.

**Palabras clave:** Protección de plantas, fisiopatología, mejoramiento vegetal, genética molecular aplicada, investigación agrícola, agricultura tropical, tolerancia al estrés abiótico, biofertilizantes, elicitores de plantas, agroecología, cultivos in vitro, metabolismos de las plantas, micropropagación, biorreactores de plantas, investigaciones transgénicas, genómica funcional, bioinformática, ciencias veterinarias, microbiología animal, mejoramiento animal, nutrición animal, ciencias de la alimentación animal, ecología marina, ciencias del suelo, bioclimatología, simulación con modelos de computadora.

**Keywords:** Plant protection, physiopathology, plant breeding, molecular applied genetics, agricultural research, tropical agriculture, abiotic stress tolerance, biofertilizers, plant elicitors, agroecology, in vitro cultures, plant metabolites, micropropagation, plant bioreactor, transgenic research, functional genomics, bioinformatics, veterinary sciences, animal microbiology, animal breeding, animal nutrition, animal feed science, marine ecology, soil science, bioclimatology, computer simulation modelling.

### **Abstract:**

In this work we analyze the 147 results presented by 33 Cuban scientific institutions and awarded by the Cuban Academy of Sciences at the proposal of the Section of Agricultural Sciences and Fisheries for four academic years from 1996 and 2010, as an example of research in these fields.

We discussed the results of the classification of the main implementing institutions charged with the direction of these works, for its stability considering as indicators: the total number of awards, the annual regularity (three or more consecutive years) and the presentation stability per academic year (at least an award per term). There were also differentiated four types of patterns of stability composed of 16 institutions, and 15 institutions with one or more awards in one academic year.

The works were classified in nine scientific fields or specialties: plant health, plant genetics, breeding and varietal management, plant physiology, plant biotechnology, genetic engineering and functional genomics, animal health, animal science, fisheries, and soil sciences.

The works characterization by specialty during two most recent years (2002-2010) was performed using Discriminant Factorial Analysis considering as variables the number of: main implementing entities, other entities involved, main authors, coauthors, contributors and impact publications. The first discriminating axis accounted for 88,5% of the total variability, with a relative major contribution of number of impact publications and number of contributors. The plane of the first two axes allowed us to differentiate the field of animal science.

It includes a review of the awards for each specialty. There were made several considerations on the development of the awarded research, their impacts, and the consolidation of the scientific quality and international visibility of Cuban science.

science in this area during the analyzed period, as well as some challenges to be faced in the immediate future.

## Introducción

La actual Academia de Ciencias de Cuba (ACC) quedó constituida en el año de 1996 por el Decreto Ley 163 del Consejo de Estado como una institución de carácter nacional, independiente y consultiva en materia de ciencia, integrada por académicos que ejercen su función a título personal y honorario, nominados por su reconocido prestigio científico y cultural por las instituciones del país, a través de un proceso de votación en sus respectivos órganos científicos.

Entre sus propósitos la Academia de Ciencias de Cuba tiene el reconocer los resultados de las investigaciones que se destaquen en el país, estimulando con ello la creación científica, la visibilidad de la ciencia cubana como parte del patrimonio nacional y universal, así como su aporte al desarrollo socioeconómico.

Anualmente la ACC otorga los Premios Nacionales a los resultados de la investigación científica a aquellos trabajos que cumplen el requisito de brindar un aporte al conocimiento científico y metodológico, cuya novedad y actualidad está avalada por publicaciones de corriente principal, avales de especialistas e instituciones de prestigio en el tema, y si el resultado que se reivindica tiene una aplicación inmediata, su impacto deberá ser certificado por el usuario. Los trabajos optantes no deben haber sido premiados con anterioridad por la ACC y pueden corresponder a cualquiera de las ramas de las ciencias o de los campos inter- o transdisciplinarios. Una vez analizados por la Sección correspondiente y seleccionados los candidatos mediante voto directo y secreto, éstos se someten al Pleno para su aprobación.

En Cuba, el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación está conformado por una amplia red de instituciones de diversos tipos, que generan, difunden, adaptan y transfieren conocimientos en las diversas ramas de la ciencia. En correspondencia, está establecido un sistema de reconocimientos y premios de ámbito nacional y territorial, otorgados por diferentes actores. A nivel nacional el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), un conjunto de ministerios usuarios de las investigaciones y la ACC, otorgan premios anuales a los mejores resultados de acuerdo a la naturaleza de sus respectivas misiones, por la creación científica y su aporte al desarrollo socioeconómico del país.

La Sección de Ciencias Agrarias y de la Pesca es una de las cinco que componen actualmente la ACC. Está integrada por ocho académicos de mérito, 32 titulares y tres asociados jóvenes, pertenecientes a 18 instituciones de 4 ministerios del país (MES, CITMA, MINAZ, MINAG).<sup>2</sup> Entre los trabajos premiados a propuesta de esta Sección hay estudios integrales que abarcan desde el conocimiento científico de base hasta un nivel dado de aplicación, avalado por el usuario que ratifique su eficacia. Se han brindado soluciones con grados variables de aplicación práctica en dependencia de su naturaleza y la situación del sector productivo y de servicios en las que deben aplicarse. Algunos de los trabajos premiados se destacan por su valor estratégico para el

---

<sup>2</sup> [Ver anexo con tabla de siglas.](#)

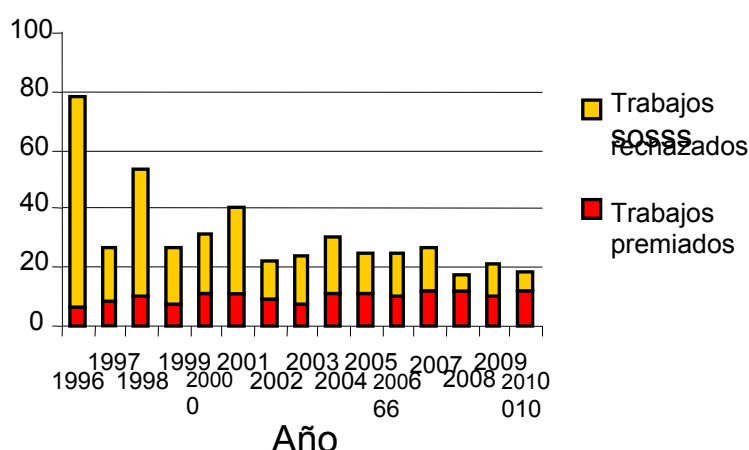
país, y una parte de ellos también lo son para otros países; éstos tienen alguna aplicación previsible, a corto o mediano plazo, para la solución de problemas importantes de la producción o los servicios, o bien, su repercusión tecnológica es indudable, avalada por la concesión de patentes. Otros han sido premiados principalmente por su relevante aporte científico en el ámbito nacional e internacional, lo cual se corrobora por la aceptación de sus resultados para ser publicados en revistas científicas de corriente principal. Su impacto en nuestra sociedad pudiera entenderse por algunos un riesgo por lo lejano, sin embargo, casi sin excepción sientan las bases metodológicas para el diseño de nuevas estrategias y el uso de técnicas que impulsan otras investigaciones en un futuro inmediato y tienen probablemente salidas prácticas futuras

Los trabajos que han sido premiados constituyen una muestra del quehacer científico en este sector durante los últimos quince años ya que representan tan solo una parte de los resultados obtenidos, muchos de los cuales no han optado por dichos reconocimientos. La muestra, sin embargo, nos permite hacer diferentes análisis acerca del desarrollo de las investigaciones, de la consolidación de la calidad del trabajo científico y la visibilidad internacional de la ciencia cubana en esta esfera durante el período analizado, así como algunas consideraciones sobre los retos principales a abordar en un futuro inmediato.

Con dicho fin, se analizan los trabajos que optaron exitosamente por el Premio Anual de la ACC y fueron propuestos por la Sección de Ciencias Agrarias y de la Pesca a través de los cuatro períodos académicos transcurridos: Ejercicio Provisional de la ACC (1996-1998); Ejercicio 1998-2002; Ejercicio 2002-2006; Ejercicio 2006-2011.

### **Comportamiento de las convocatorias en el período**

La información de base para el presente trabajo fue tomada de la base de datos de la ACC (<http://www.academiaciencias.cu>). Durante el período analizado se han otorgado a propuesta de esta Sección, 147 premios cuyos dictámenes y publicaciones principales pueden ser consultados en: En la Fig. 1. se muestra el comportamiento de los trabajos optantes y premiados en el período analizado. Nótese que si bien el número de trabajos optantes y los rechazados disminuyó considerablemente, el número de trabajos premiados se ha mantenido entre 6 y 12 por año, a consecuencia de una mejor comprensión de los objetivos de este reconocimiento y la presentación de trabajos acordes a los requisitos establecidos.



**Fig.1.** Convocatorias a Premios ACC (1996-2010). Sección de Ciencias Agrarias y de la Pesca.

### **Estabilidad de la presentación de trabajos premiados por las instituciones**

Los trabajos premiados fueron propuestos por 33 instituciones científicas como Ejecutores Principales (EJP), a cargo de su dirección científica y con la mayor contribución en la autoría y ejecución de las investigaciones. En 16 premios compartieron la autoría principal y la dirección científica dos o más instituciones. Estas instituciones con sólo dos excepciones participaron también en otros trabajos propuestos a premio por la Sección. Varios premios abarcan investigaciones realizadas en colaboración con centros extranjeros.

Para interpretar esta información es preciso recordar que tanto por el carácter multidisciplinario como por la necesidad de replicar los experimentos en diferentes épocas y condiciones ambientales, es frecuente que en cada resultado optante intervengan varios colectivos de trabajo de diferentes instituciones y situados en zonas distintas del país. Por otra parte, en el sector de las investigaciones agropecuarias varias instituciones están dedicadas a la introducción de resultados en la producción y los servicios, a la ejecución de programas de desarrollo y a trabajos de innovación por lo que participan como colaboradores y eventualmente como entidades principales.

Como indicadores indirectos del desarrollo de las investigaciones que se ajustan al perfil del Premio ACC y su visibilidad internacional, así como de la consolidación de la calidad del trabajo científico en estas temáticas en las instituciones ejecutoras durante el período, se consideró: el número total de premios recibidos; la regularidad de presentación (tres o más años consecutivos) y la estabilidad de presentación por ejercicio académico (al menos un premio por período).

Los resultados permiten agrupar las instituciones por la estabilidad de los premios en al menos cuatro grupos (I-IV) (Tabla 1). La comparación de estos grupos por las distribuciones de frecuencias de los premios en los cuatro períodos académicos arrojó diferencias estadísticamente significativas según la prueba de chi cuadrado ( $\chi^2 = 25,35^{**}$ ,  $p = 0,02$ ), ratificando el agrupamiento. Nótese que las EJP del grupo I presentaron la casi totalidad de los trabajos premiados durante el primer período, en tanto que las del grupo II contribuyeron al aumento considerable de trabajos premiados en el cuarto y actual ejercicio académico.

Grupos de EJP	Número de premios por Ejercicio académico				Entidades ejecutoras principales (EJP)*	Número de Premios	
	1996-1997	1998-2001	2002-2005	2006-2010		Total	Anual
I	11	12	16	10	CENSA	27	1- 4
					INICA	16	1-2
					INISAV	8	1-3
					IIHLD	5	1
II	0	15	14	35	INCA	16	1-2
					Biopl.-UNICA	13	1-2
					ICA	14	1-3
					CIGB	22	1-4
III	1	4	2	5	IIFT	6	1
					INIFAT	3	1
					INIVIT	3	1
IV	1	3	4	6	Fac.Biol.-UH	2	1
					IBP-UCLV	4	1
					UNAH	4	1
					INMV	2	1
					IIP	2	1

**Tabla 1.** Entidades Ejecutoras Principales. Estabilidad de presentación de trabajos premiados (1996-2010)

\*) Consulte las siglas en la tabla anexa.

El primer grupo (Grupo I) está compuesto por cinco instituciones de las cuales: sólo el CENSA y el INICA, estuvieron representadas hasta el actual ejercicio académico, y el INISAV y IIHLD recibieron premios durante el período (1996-2005). Es de destacar que el CENSA es la única institución que ha optado exitosamente de forma ininterrumpida a partir de 1996.

Un segundo grupo de instituciones estuvieron representadas en los tres períodos académicos con estabilidad variable: el INCA, todos los años a partir de 1999; Bioplasmas UNICA, todos los años en los períodos de 1998 a 2001 y a partir de 2005; el ICA, todos los años en los períodos de 1999 a 2002 y a partir de 2006; el CIGB, con tres premios en el período de 1998 a 2002 y todos los años a partir de 2004. Nótese la presencia de dos de las instituciones creadas a fines de los ochenta para desarrollar las nuevas biotecnologías, Bioplasmas UNICA y CIGB.

Un tercer grupo de instituciones obtuvieron un premio en tres de los períodos académicos: IIFT, INIFAT, INIVIT. Un cuarto grupo de instituciones obtuvieron un premio en dos de los períodos académicos: Facultad de Biología-UH; IBP-UCLV; UNAH; INMV; IIP. Según los indicadores empleados, las restantes instituciones no mostraron estabilidad puesto que obtuvieron uno o varios premios en un solo ejercicio académico.

### **Distribución de los premios por especialidad**

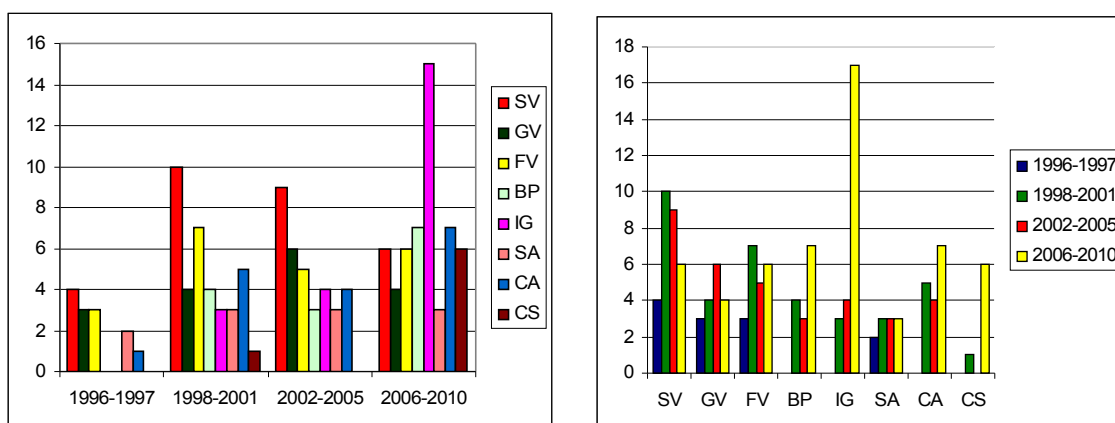
Los trabajos premiados, fueron clasificados en nueve especialidades. Es preciso advertir que las especialidades han sido consideradas como campos científicos operacionales en nuestra actividad e identificadas por la disciplina académica predominante. Adjunto a este trabajo se ha colocado una base de datos en que aparecen los dictámenes y publicaciones principales de los premios analizados, clasificados por las especialidades así como un listado de títulos y códigos que facilitan su consulta.

En la Fig. 2. se presenta su distribución en cada período académico. Se observan dos incrementos en el número total de premios, al inicio, entre el ejercicio provisional y el primer ejercicio académico, y entre el tercero y el actual, los cuales están sesgados por la duración diferente de estos y el mayor número de especialidades representadas. A la derecha de la figura se observa el aumento del número de premios en el ejercicio actual en los que predominan las investigaciones basadas en las nuevas biotecnologías (IG, BP), las ciencias del suelo (CS) y la ciencia animal (CA).

La caracterización de los trabajos por especialidad se basó en la información numérica disponible de los premios concedidos durante los dos ejercicios más recientes (2002-2010) y fue analizada mediante un Análisis Factorial Discriminante. Las variables consideradas por cada premio fueron el número de entidades ejecutoras principales, otras entidades participantes, autores principales, coautores, colaboradores y publicaciones de impacto.

Los dos primeros ejes discriminantes acumularon el 94% de la variabilidad total. La contribución de mayor peso al primer eje (88,5%) se debió a las variables número de publicaciones de impacto y número de colaboradores. El plano de los dos primeros ejes permitió diferenciar solamente el campo de la ciencia animal (CA), lo cual puede explicarse por la integralidad de estos trabajos que deben contar con un elevado número de colaboradores así como por la visibilidad internacional de la *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* en este campo científico.





**Fig. 2.** Distribución de los premios por períodos y especialidades.

SV: Sanidad vegetal; fisiopatología GV: Genética, fitomejoramiento y manejo varietal.

FV: Fisiología vegetal, interacciones con m/o no patógenos; agrobioclimatología.

BP: Cultivos *in vitro* de plantas y producciones biotecnológicas.

IG: Ingeniería genética y genómica funcional.

SA: Salud animal CA: Ciencia animal AP: Acuicultura y pesca CS: Ciencias del suelo

## Reseña de los trabajos premiados por especialidades

### 1. Sanidad vegetal ([Tabla 2](#))

Las investigaciones de sanidad vegetal apoyan el Sistema de Sanidad Vegetal cubano y entre los temas de mayor prioridad en los últimos años han sido: la identificación, caracterización y diagnóstico de plagas y enfermedades; el desarrollo de sistemas de manejo integrado de plagas; el diseño de bioproductos tales como elicitores y bioplaguicidas que apoyen otros métodos de control; los estudios de interacciones hospedero-patógeno para la identificación de marcadores moleculares de uso en programas de obtención de variedades resistentes.

Durante los últimos 15 años, este campo científico ha evolucionado de acuerdo a las tendencias internacionales, contribuyendo a ello la renovación de capacidades y la modernización de muchos de los laboratorios e instituciones existentes. Esto ha permitido incorporar las nuevas herramientas moleculares para el estudio y diagnóstico de plagas y enfermedades, la caracterización hasta el nivel molecular de numerosos fitopatógenos y la determinación de la diversidad de sus poblaciones en nuestras condiciones. Han sido premiados por la ACC en este período la identificación, caracterización y diagnóstico molecular de un grupo importante de patógenos: los geminivirus que infectan el tomate, pimiento, tabaco y frijol en la Isla, incluyendo el registro de tres nuevos

begomovirus ([SV.6](#), [SV.30](#)); el complejo de viroides que afectan los cítricos y otros de interés cuarentenario ([SV.12](#)); los fitoplasmas asociados al síndrome del amarillamiento foliar de la caña de azúcar ([SV.7](#)), con la identificación y registro internacional de las secuencias nucleotídicas de nuevos fitoplasmas involucrados en esta reciente enfermedad ([SV.24](#)); la caracterización y diagnóstico del Virus del Mosaico Dorado Amarillo del Frijol (BGYMV) en Cuba ([SV.20](#)), y la del nemátodo *Meloidogyne mayaguensis* ([SV.19](#)).

Fueron premiadas las primeras investigaciones de epifitiología molecular en el país: la caracterización de la diversidad genética de las poblaciones de *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson ([SV-10](#)) y de *Alternaria solani* ([SV.23](#)), agentes causales de la escaldadura foliar de la caña de azúcar y el tizón temprano del tomate, respectivamente. Singular importancia tuvo el estudio de variabilidad genética de *F. oxysporum* sp. *cubensis* ([SV.25](#)).

Las investigaciones realizadas han perfeccionado los medios y métodos de diagnóstico para diversos fitopatógenos, que en consonancia con el carácter productivo que ha ido adquiriendo la ciencia, han sido producidos nacionalmente para los programas de fitomejoramiento y micropropagación de caña de azúcar ([SV.L](#)), el banano y la papa, que utilizan diagnosticadores desarrollados nacionalmente.

El manejo integrado de plagas ha sido un objetivo esencial de la actividad en la sanidad vegetal en el camino hacia una agricultura sostenible. Los resultados premiados en esta esfera están vinculados a la notificación de nuevas plagas/enfermedades o de aquellas que resultan una amenaza para el país por su presencia en nuestra región geográfica, de ellos resaltan las investigaciones sobre: el complejo Mosca blanca-Geminivirus en tomate, y la generalización de un programa para su manejo ([SV.2](#)); y el manejo integrado de chinches harinosas del cafeto ([SV.3](#)) y de otras presentes o que resultan amenazas de importancia para nuestra agricultura ([SV.18](#)). En el campo de los cítricos por su importancia económica se han desarrollado estudios epidemiológicos y estrategias para el manejo del virus de la tristeza ([SV.8 y SV. 26](#)) y el estudio y manejo de los viroides ([SV.12](#)) así como el desarrollo de un programa de lucha contra Thrips palmi KARNY con la demostración de su impacto en la agricultura cubana ([SV.14](#)). En el campo de la protección del arroz resultó premiado el trabajo que abarcó la demostración de la etiología, estudios bioecológicos y la propuesta de manejo integrado para el vaneado de la panícula y pudrición de la vaina del arroz ([SV.16](#)). Ejemplo de la preparación para el enfrentamiento de plagas no presentes en Cuba, pero que resultan una amenaza, fue el resultado premiado sobre la Cochinilla Rosada de los Hibiscos (*Maconellicoccus hirsutus*) ([SV.21](#)). Entre los estudios taxonómicos y de control de plagas que afectan las plantas ornamentales y jardines botánicos fue premiado el estudio de la artropofauna que afecta las orquídeas, plantas ornamentales de importancia comercial, ([SV. 27](#)).

Los trabajos encaminados a la obtención de bioproductos para la agricultura cubana han tenido su expresión en los trabajos premiados: sobre taxonomía del género *Trichogramma* Westwood ([SV.4](#)); la descripción de nuevas especies del género *Verticillium*, parásitos de huevos de *Meloidogyne* spp. y la

identificación, caracterización y selección de los más adecuados como enemigos naturales ([SV.13](#)); el aislamiento y determinación de cepas bacterianas con actividad nematocida y la descripción del mecanismo de acción de *Corynebacterium paurometabolum* C-924 sobre nemátodos ([SV.17](#)); y el aislamiento, selección y caracterización de cepas cubanas de *Bacillus thuringiensis* Berliner para producir bioplaguicidas ([SV.22](#)). Estos trabajos premiados han dado productos en uso en la práctica agrícola, así como las bases científicas de su acción. Tal es el caso del trabajo sobre el uso de la cepa IMI SD 187 de *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* como hongo agente de control biológico de nemátodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* ([SV.28](#)). Fue premiado recientemente el estudio integral de *Amblyseius largoensis* como agente de control biológico del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) ([SV.31](#)).

En la temática de estudios de interacción hospedero-patógeno para la identificación de marcadores moleculares de uso en el mejoramiento y en las investigaciones genómicas sobre los mecanismos moleculares de la resistencia han sido premiados: las bases fisiopatológicas de la interacción caña de azúcar-carbón (*Saccharum* spp.-*Sporisorium scitamineum* (Syd) M. Piepenbr. M. Stoll, F. Oberw) y la expresión diferencial de genes en la respuesta coordinada de defensa ([SV.5](#), [SV.29](#)); y los referidos a las interacciones *Fusarium subglutinans*-piña ([SV.9](#)) y *Alternaria solani*-tomate ([SV.23](#)). Obtuvo este premio el estudio del efecto bio-protector contra patógenos radicales y foliares del elicitor sistemina y de los hongos micorrízicos arbusculares ([SV.32](#)), temática actual muy difundida por su uso en biopreparados ([FV.6](#), [FV.12](#), [FV.13](#), [FV.20](#)).

En el campo de la protección fitosanitaria mediante agroquímicos han sido premiados dos trabajos: el estudio del impacto ambiental de plaguicidas en agroecosistemas de montaña y formas de minimizarlos ([SV.11](#)), y la obra sobre aspectos teóricos y metodológicos para la investigación y control de estos agroquímicos ([SV.15](#)), basada en la experiencia investigativa y práctica de sus autores.

## 2. Genética vegetal, fitomejoramiento y manejo varietal ([Tabla 3](#))

A mediados de los años sesenta del pasado siglo quedaron establecidos en el país los programas para el mejoramiento genético de los principales cultivos, se sentaron las bases genéticas de estos programas y se formó el personal especializado. El fortalecimiento progresivo de la infraestructura dedicada a estas actividades permitió contar con una amplia red de estaciones experimentales dedicadas a las investigaciones agrícolas a la que se incorporaron estos programas y los estudios genéticos sobre la interacción genotipo-ambiente, los estudios de progenies y la resistencia a las enfermedades y plagas. Se inició el uso del cultivo *in vitro* para la preselección de materiales tolerantes.

El auge de las investigaciones fisiológicas, en especial, en la caña de azúcar, los cítricos y algunos cultivos hortícolas, permitió formular los componentes de algunas características asociadas a la adaptación para la selección de

materiales tolerantes a estreses abióticos, en especial, osmotolerantes, dándose inicio a los primeros trabajos en este campo.

La incorporación de los resultados genéticos en el diseño de los programas de mejora en el país exigió el esfuerzo conjunto de genetistas, fitopatólogos y mejoradores, lográndose una integración aceptable como partes de un equipo de trabajo que favoreció la ulterior asimilación de las nuevas biotecnologías como los somaclones y los propágulos obtenidos por micropropagación.

Durante los años ochenta se inició el montaje de protocolos de los marcadores del polimorfismo del ADN (MM), y el desarrollo de sus aplicaciones a los estudios genéticos y a las actividades asociadas a los recursos genéticos. A fines de la propia década se iniciaron las investigaciones para el aislamiento de genes vegetales mediante técnicas de genómica funcional con estos fines y el de desarrollo nuevos bioproductos elicitores de mecanismos de respuestas a estreses bióticos y abióticos en las plantas.

Evidencias de esta trayectoria pueden encontrarse en los premios ACC. Han sido premiados resultados del mejoramiento tradicional de valor comprobado para la producción: la obtención de dos nuevos híbridos de maíz de grano (Cuba T-4 y Cuba T-31) fuente genética de otros materiales mejorados en la región ([GV.1](#)); la introducción de nuevas variedades de caña de azúcar con su tecnología de manejo en sustitución de la Ja60-5 como principal variedad comercial, con impacto favorable en la producción azucarera de la provincia de Holguín y la disminución de riesgos por vía de su diversificación ([GV.5](#)); la obtención y recomendación de nuevos clones de boniato, entre éstos varios de ciclo corto para uso en rotación en siembras de primavera y un paquete tecnológico para el manejo del cultivo que incluía el control integrado del tétano, que permitió disminuir los costos de producción y sembrar boniato durante todo el año ([GV.3](#)); un libro que recoge los resultados científicos obtenidos para la mejora y el manejo del cultivo del tomate en la zona tropical ([GV.7](#)); un sistema de obtención de plántulas hortícolas enraizadas en contenedores para disminuir las pérdidas en el trasplante usando como soporte diferentes sustratos enriquecidos y su desinfección con un biopreparado, aplicado en el país en hortalizas plantadas bajo cultivo protegido, en el área en campo de híbridos de tomate para consumo fresco y la totalidad del área para tomate de industria ([GV.13](#)); la recomendación de fuentes de resistencia a cinco enfermedades virales y la estrategia de uso, basada en estudios genéticos, para obtener líneas multirresistentes parentales de híbridos de pimiento con adaptación al trópico y la introducción en la producción de tres de estos híbridos ([GV.10](#)).

Recibieron premios: un método de pre-selección para la resistencia a *Fusarium* en el banano ([GV.15](#)); y la obtención de genotipos promisorios de piña y la propagación de la Cayena Lisa Serrana por vías biotecnológicas ([GV.9](#)).

Se premió las investigaciones para perfeccionar las actividades del mejoramiento participativo, que abarcan las metodologías para la caracterización de la diversidad colectada, el monitoreo de su aprovechamiento en las ferias de diversidad y durante el trabajo de mejoramiento y la producción

de semillas por métodos alternativos, generalizadas en 42 localidades de 9 provincias el país, y validadas por el registro de nuevas variedades ([GV.17](#)).

En el campo de los recursos fitogenéticos han sido premiados: un extenso trabajo sobre la diversidad de los huertos caseros y las investigaciones para perfeccionar su conservación *in situ* en algunas áreas rurales de Cuba ([GV.12](#)); la evaluación integral del germoplasma de la caña de azúcar en Cuba ([GV.6](#)); y los estudios de caracterización de colecciones de los géneros de malanga, *Xanthosoma* ([GV.8](#)) y *Colocasia* resultando en el reporte de nueva variabilidad para Cuba y el Caribe ([GV.18](#)).

Un conjunto de trabajos premiados comprenden el uso de Marcadores Moleculares (MM), integrados a las técnicas tradicionales para: caracterizar la diversidad genética, su recomendación asistida, la identificación taxonómica y el uso de descriptores moleculares en la caña de azúcar ([GV.4](#)); la genotipificación en tomate de fuentes genéticas de resistencia al begomovirus TYLCV, por un marcador genético derivado del gen *Ty-1* ([GV.11](#)); una metodología para elegir sistemas de MM validada en una colección de aguacatero ([GV.19](#)); y el estudio de la base ancestral del programa cubano de mejoramiento del arroz, la caracterización de las variedades liberadas, descriptores moleculares para su identificación, el estudio del uso de esta diversidad en la producción, y el desarrollo de un programa de computación para conformar la estructura de las variedades comerciales optimizando su diversidad genética mediante simulación ([GV.16](#)). Enmarcado en la línea de desarrollo de la modelación y simulación aplicados a las investigaciones y actividades agrícolas fue premiado a un trabajo que desarrolló las aplicaciones de modelos agrohidrológicos para predecir el uso del agua y el rendimiento de cultivos ([GV.14](#)).

Fueron premiados los primeros trabajos del uso de los MM como marcadores genéticos en el mapeo y búsqueda de loci asociados a caracteres cuantitativos (QTLs) como alternativa para asistir los estudios genéticos y la obtención eficiente de nuevas variedades por vías no transgénicas: por análisis de progenies, en caña de azúcar ([GV.6](#)) y por desequilibrio genético de ligamiento, en el guayabo ([GV.20](#)).

### 3. Fisiología de las plantas y sus interacciones con microorganismos no patógenos ([Tabla 4](#))

Las plantas superiores se desarrollan y cumplen su ciclo de vida en constante interacción con el medio que las rodea, del cual, por razones de locomoción, no pueden escapar. De esta forma, el incremento de la productividad de los cultivos pasa por la comprensión de los mecanismos fisiológicos que lo sustentan y el comportamiento que presentan ante diferentes condiciones ambientales.

La necesidad de proteger el medio ambiente y desarrollar producciones “más limpias”, con cosechas menos contaminadas, así como la elevación de los precios de los productos y fertilizantes minerales, ha conllevado al estudio de procesos y asociaciones de las plantas con los microorganismos, con el fin de

comprenderlos a profundidad y emplearlos más eficientemente en la nutrición mineral, la protección de las plantas ante patógenos, y en el incremento de la productividad.

A su vez, las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera provocan las variaciones del clima, actuales y esperadas, de manera que los estudios de la fisiología de los principales cultivos de importancia económica para el país, son imprescindibles para contribuir a la adaptación al , tanto por vía de mejora genética a mediano plazo, para obtener cultivares de adaptación amplia, como para diseñar estrategias de manejo que permitan responder con flexibilidad y a corto plazo a esos cambios.

Los resultados de estas investigaciones han dado lugar a 20 Premios ACC, desde 1997 hasta la fecha, donde las primeras premiadas estuvieron relacionadas con la identificación de polisacáridos solubles en los jugos de la caña de azúcar interfiriendo en la cristalización de los cristales del sacarido ([FV.1](#)).

Las investigaciones de las bacterias no patógenas y su papel en la nutrición de las plantas y como promotoras del crecimiento vegetal, dieron lugar a cuatro premios: ([FV.5](#), [FV.11](#), [FV.18](#)) y una obra científica que recoge en una metodología los resultados de las investigaciones de microorganismos en la agricultura, para desarrollar biopreparados ([FV.2](#)); así como la utilización de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), tanto aplicados al suelo como facilitadoras de la absorción de nutrientes y agua, así como en los procesos *in vitro* de plántulas micropropagadas, las que han permitido premiarlas en tres oportunidades ([FV.6](#), [FV.12](#), [FV.20](#)), y otro estudio que profundizó en Interacciones de plantas, insectos, bacterias y micorrizas y su papel en la nutrición mineral estableciendo un modelo para la caña de azúcar y la bacteria fijadora de nitrógeno *Gluconacetobacter* ([FV.13](#)). Todos, con aportes importantes para el conocimiento y futuro manejo de estas interacciones en condiciones tropicales, novedosas a nivel internacional.

Acompañan a esta temática el trabajo premiado referido a la preservación, estudio y catalogación de una colección de cultivos puros de hongos (4500 cepas) reconocida como la mayor de Cuba y segunda en importancia de América Latina ([FV.3](#)).

Los efectos de sustancias bioactivas de origen natural en la productividad de las plantas, la morfogénesis y los procesos de cultivo *in vitro*, están representados por dos premios: la obtención de fragmentos pécticos a partir de corteza de frutos cítricos ([FV.4](#)) y los novedosos análogos cubanos de brasinoesteroides ([FV.15](#)); y otro consistente en la preparación y caracterización química y biológica de diferentes quitosanas, obtenidas de quitina de langosta de producción nacional y se evaluó la actividad antimicrobiana contra hongos en la protección de cultivos de importancia económica ([FV.19](#)).

Varios premios han estado dedicados a la interacción con el ambiente en que se desarrolla, en lo fundamental el climático; de ahí que se destaquen los tres de bioclimatología y zonificación agroecológica: el estudio que definió cinco



regiones edafoclimáticas en las localidades citrícolas del país integrando los conocimientos de los procesos fisiológicos relacionados con el rendimiento y la calidad de los frutos, y con esto creó las bases científico-técnicas para la aplicación de la bioclimatología en el cultivo, ([FV.9](#)); y el de la zonificación agroecológica de los principales sistemas cafetaleros del país ([FV.8](#)), ambos de valor metodológico; y las investigaciones que reivindican una metodología para la identificación de los grupos de funcionamiento ecológico de plantas forestales, basada en patrones seminales aplicada con éxito en 78 especies de interés agrícola y de ecosistemas naturales ([FV.10](#)).

Dos premios recogen los aspectos de la tolerancia a estrés abióticos, en plantas de tomate y arroz, contribuyendo al conocimiento de los mecanismos de tolerancia de diferentes cultivares cubanos ante condiciones ambientales de campos estresantes y su adaptación con el cambio climático ([FV.7 y FV.14](#)).

Otras investigaciones fisiológicas sobre la respuesta de las plantas cultivadas *in vitro* y durante su aclimatación a condiciones *ex vitro* fueron premiados en el marco de resultados que abordan el desarrollo de procesos biotecnológicos de propagación novedosos ([BP.3, BP.8, BP. 12](#))

Fueron premiados dos trabajos que demuestran sobre bases fisiológicas la utilidad de métodos físicos y de preacondicionamiento de las semillas y plántulas ([FV. 16 y FV.17](#)).

#### 4. Biotechnología de plantas. Cultivos *in vitro* y producciones biotecnológicas ([Tabla 5](#))

En Cuba se trabaja desde hace más de dos décadas en el desarrollo de la biotecnología aplicada a la actividad agropecuaria, con un mayor énfasis en la obtención de propágulos de alta calidad fisiológica, genética y fitosanitaria. Las posibilidades de estas tecnologías para la introducción acelerada de nuevas variedades, así como su integración a los sistemas tradicionales de producción de semilla comercial representó un salto de calidad de los propágulos, a la vez que posibilitó la liberación de parte de las áreas dedicadas a las primeras etapas del proceso y de la mano de obra participante.

La multiplicación, tanto vía organogénesis como embriogénesis somática se extendió de la caña de azúcar, la papa y los plátanos y bananos a una veintena más de especies frutales, viandas tropicales y ornamentales.

El desarrollo de las tecnologías de micropropagación de diferentes especies cultivadas, junto a otras tecnologías de conservación, control de la calidad y para la aclimatación de las vitroplantas, permitió la explotación a escala comercial de estas biotecnologías como un paquete productivo y para lograrlo, conllevó el establecimiento de una red nacional de “biofábricas”.

En un período inicial, una vez puestos a punto los protocolos de multiplicación, basados mayoritariamente en el cultivo de meristemos de diferentes órganos de la planta (organogénesis), el trabajo se desarrolló sobre bases empíricas,

con introducción de innovaciones y una labor importante de formación del personal, en especial, técnico y auxiliares, para crear la cultura y disciplina del trabajo *in vitro*. Un objetivo de trabajo priorizado de la etapa fue perfeccionar la organización del trabajo para dar respuesta urgente a los propágulos requeridos para la producción agrícola, diversificando el uso de las instalaciones para satisfacer las demandas de varios cultivos. En la actualidad se han desarrollado cuatro generaciones de biofábricas todas con el empleo de la luz solar como fuente principal de iluminación para las cámaras de cultivo, con diferentes dimensiones y diseños.

El período que nos ocupa coincide con una etapa posterior en que se investigó para la sustitución o complementación de las referidas tecnologías, por las conocidas de “segunda generación”. En la búsqueda de una mayor eficiencia del trabajo y de la reducción de costos de producción, como una alternativa tecnológica para la automatización de la propagación *in vitro* de plantas, comenzaron las investigaciones basadas en procesos de embriogénesis somática (ES) y el desarrollo y perfeccionamiento de cultivos en medio líquido, utilizando biorreactores de inmersión temporal (BIT).

Durante este período se han concedido catorce premios en el presente campo científico, y de éstos, seis enmarcados en la temática de estudio y aplicación de la ES en plantas (Tabla.4): el desarrollo del primer sistema semiautomatizado de biorreactores de inmersión temporal (BP.1), y el desarrollo de procesos de multiplicación *in vitro* basados en la combinación de producción de embriones somáticos en biorreactores y su germinación en SIT en medio semisólido en la caña de azúcar con innovaciones tecnológicas en los sistemas de agitación y aireación del biorreactor (BP.3); el estudio y desarrollo de un proceso de multiplicación basado en ES en medios líquidos de los cultivares Gran Enano (AAA) y FHIA-18 (AAAB) de bananos, con incrementos considerables en las capacidades de producción (BP.4) y el perfeccionamiento del proceso en plátano CEMSA ¾ (*Musa* AAB) mediante inmersión temporal en un equipo semi-automatizado (BIT®), diseñado y patentado por la institución, aunado a investigaciones fisiológicas novedosas sobre el proceso (BP.7); el establecimiento por primera vez de un sistema de regeneración de plantas de henequén vía ES con comprobada estabilidad genética (BP.5); y un trabajo con aportes al conocimiento de la propagación del cafeto (*Coffea canephora*) mediante la ES con el empleo de un biopreparado de metabolitos bacterianos, RIZOBAC (cepa nativa de *Burkholderia cepacia* CB-1), como sustituto de reguladores del crecimiento convencionales (BP.9). El pasado año fue premiado un trabajo (BP.14) que propone y valida un esquema novedoso para la formación de microtubérculos de ñame por inmersión temporal para su plantación directa en campo y un estudio del comportamiento morfoagronómico de las plantas obtenidas de éstos y de las provenientes de su primera multiplicación.

Es bien conocido que durante la etapa de transición de las plantas cultivadas *in vitro* a su siembra en condiciones *ex vitro* (aclimatación) se producen las mayores pérdidas de materiales propagados. Para elevar la eficiencia biológica de las plántulas de caña de azúcar propagadas en (BIT) se llevó a cabo un estudio sobre los efectos de las condiciones ambientales en las características



fisiológicas y bioquímicas desde su salida de las condiciones *in vitro* hasta finalizar esta fase, el cual fue premiado por su novedad e impacto práctico (BP.8). Igualmente, fue premiado otro estudio en dicha temática por sus aportes científicos, reconocidos a nivel internacional, sobre el estrés oxidativo de plantas propagadas en BIT en dos plantas elegidas como modelos fisiológicos, el plátano (C3) y la caña de azúcar (C4), objetos priorizados de los trabajos de propagación por vía biotecnológica en el país (BP.12).

En 1998 se premiaron los primeros resultados del uso de la crioconservación de ápices de piña y de callos embriogénicos de caña de azúcar (BP.2) como alternativa para la conservación a largo plazo de la biodiversidad y preservar la calidad genética de los bancos de propágulos, material de partida de los procesos biotecnológicos de producción de vitroplantas. En el año 2005 obtuvo este premio el desarrollo de una tecnología de crioconservación de callos embriogénicos de inflorescencias inmaduras de caña de azúcar, por un método simple de enfriamiento lento, el cual evita el empleo del equipamiento costoso que normalmente se utiliza para estos fines (BP.6).

A partir del año 2008 han optado exitosamente por este reconocimiento tres trabajos que aplican sistemas de inmersión temporal para la obtención de productos naturales para uso en la agricultura y en la medicina humana, los cuales representan una muestra de las investigaciones que se realizan para la diversificación productiva de las instalaciones creadas: el desarrollo de métodos de cultivo *in vitro* para ocho especies de plantas de reconocidas propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, cardiotónicas y nutraceuticas (BP.10); el establecimiento de un protocolo de propagación *in vitro* de plantas de *Morinda royoc* L. (Familia *Rubiaceae*), la obtención de antraquinonas a partir del cultivo *in vitro* de raíces de las plantas cultivadas por esta tecnología, el aislamiento e identificación de ocho antraquinonas y la demostración de actividad antimicrobiana frente a patógenos que afectan plantas y a la salud humana (BP.13); y los primeros resultados en el mundo relacionados con la modificación de las condiciones de cultivo *in vitro* en sistemas de inmersión temporal de la piña (Familia *Bromeliaceae*) para lograr la excreción de proteasas al medio de cultivo, moléculas con marcada actividad antitumoral y anticancerígena, así como una alternativa para su obtención a partir de plantas cultivadas *ex vitro* (BP.11).

##### 5. Ingeniería genética y genómica funcional (Tabla 6)

Los trabajos de ingeniería genética en plantas y animales fueron iniciados en el país a finales de la década de los ochenta del pasado siglo. La etapa inicial se caracterizó por el desarrollo de protocolos eficientes de transformación, algunos de los cuales fueron aportes a nivel internacional. Tal es el caso del trabajo premiado en 1998 (IG.1) que aportó la tecnología para la transferencia génica mediante *Agrobacterium* en plantas monocotiledóneas, tomando como modelo la caña de azúcar; y el de transferencia del gen *ltrl* de cebada, codificador de un inhibidor de tripsina por bombardeo de partículas a plantas propagadas *in vitro* por embriogénesis somática de los cultivares indica y japónica de arroz, planta básica para la alimentación en el país (IG.2).

Por la diversidad de objetivos, especies y estrategias de trabajo, el avance en la temática puede ser seguido de forma general, y a modo de una muestra, por los trabajos premiados a partir de 2004.

Consecuente con la estrategia de diversificar el objetivo de la transgénesis e integrar esfuerzos en la línea de producción de biofármacos de la institución (CIGB), en el año 2004 fue premiado un novedoso procedimiento ([IG.3](#)), basado en la transferencia directa de un *cassette* de expresión a las células epiteliales mamarias de animales no transgénicos, dotándolas para sintetizar y secretar la proteína de interés en la leche el cual abre el camino para la producción, por las células de organismos superiores, de proteínas que requieren de complejos procesamiento post-transcripcionales y son de interés biofarmacéutico.

Dentro de las producciones de proteínas transgénicas en animales se premió, la producción, por primera vez, de una proteína recombinante como antígeno vacunal en leche de cabras a partir del gen completo codificador de la glicoproteína E2-PPC proveniente de un aislamiento cubano del agente de la Peste Porcina Clásica (PPC), una de las enfermedades más graves de la porcicultura ([IG.8](#)).

Fueron premiadas las investigaciones: que lograron la expresión por primera vez en levadura, de una proteína recombinante de la cápsida (CP60) del virus causal de la Enfermedad Hemorrágica Viral del Conejo (RHDV), epizootia que produce grandes pérdidas, y la clasificación e la cepa cubana dentro del subtipo altamente patogénico RHDVa ([IG.15](#)); y el aislamiento de un nuevo gen (*my32*), a partir de su alta homología de secuencia con genes *akirin*, de conocidos efectos negativos sobre ectoparásitos de mamíferos, mediante herramientas bioinformáticas, la producción de la proteína recombinante en *E. coli*, evaluada satisfactoriamente contra los piojos de mar, de uso como inmunógeno contra éstos parásitos a la vez que un candidato atractivo para el desarrollo de vacunas de impacto económico y para la protección del ambiente marino ([IG.21](#)).

También ha sido premiados un producto, Acuabio I ([IG.5](#)), estimulador del crecimiento en especies acuáticas con un efecto nutricional en las etapas iniciales de desarrollo logrando sincronizar y estimular el crecimiento de las larvas de peces y crustáceos desde edades muy tempranas; el aislamiento y clonaje de tres nuevos genes de neuropéptidos (NPY, PACAP y PRP) de tilapia y del pez gato africano, demostrándose sus potencialidades prácticas en la estimulación del crecimiento y el sistema inmune innato en organismos acuáticos ([IG.9](#)); el aislamiento de un fragmento polipeptídico derivado de la somatropina de tilapia con potente efecto estimulador del crecimiento y del sistema inmune en estas especies ([IG.13](#)); así como la demostración de que es posible regular la masa corporal en peces teleósteos mediante la utilización de inhibidores de miostatina, suministrada por baños de inmersión ([IG.17](#)).

Entre los trabajos para desarrollar nuevos bioproductos de uso agrícola, fueron premiados: el trabajo de obtención de una nueva toxina quimérica Cry1Ac1 de *Bacillus thuringiensis*, con alta actividad insecticida contra un espectro más amplio de plagas empleando herramientas bioinformáticas y moleculares

(IG.10); el estudio de la interacción *Spodoptera frugiperda*-toxina sintética CryCa1 de *B. thuringiensis* (IG.20) y el aislamiento de una nueva serín-proteasa (SfT6) del intestino del insecto evidenciando un posible mecanismo para la insecto-resistencia al bioplaguicida, ampliamente utilizado en la agricultura; y un procedimiento para elevar la estabilidad del bionemático líquido HeberNem-L® del agente nemático *Tsukamurella paurometabola* C-924 (IG.12).

En la búsqueda de nuevos genes de interés para la resistencia a factores bióticos y abióticos en plantas mediante genómica funcional se han premiado los trabajos de aislamiento de: un nuevo factor transcripcional en la caña de azúcar (SodERF3) que se induce por etileno, ácido abscísico, heridas y estrés salino, asociado a la respuesta a estrés por sequía y salinidad (IG.14); genes de *Nicotiana megalosiphon*, relacionados con la muerte celular programada en plantas superiores (IG.11), cuya activación puede constituir una alternativa para combatir enfermedades; varios genes de resistencia a hongos Oomicetes (IG.6 e IG.18), agentes causales de numerosas enfermedades y en especial, para los cultivos protegidos de hortalizas; y la caracterización del efecto anti-microbiano de un nuevo péptido, la defensina NmDef02, de uso para el desarrollo de nuevos bioproductos y la genotipificación de fuentes genéticas de resistencia para fines de mejoramiento genético de los cultivos (IG.19).

De interés metodológico ha sido la demostración de la utilidad del silenciamiento por RNA de interferencia (Silenciamiento Génico Postranscripcional, en inglés PTGS) para la comprobación de la función génica tanto en animales (IG.7), como en plantas, inhibiendo la infección del begomovirus, de genoma ADN en el tomate para condicionar inmunidad (IG.4); y la ratificación del empleo de la transgénesis como herramienta para comprobar la expresión constitutiva del transgen obtenido cuando no ha sido posible la obtención de anticuerpos específicos (IG.19).

Si bien, se ha continuado la línea de trabajo inicial de obtención de plantas transgénicas, en la actualidad no se cultiva ninguna de éstas en la producción. Tal es el caso de la piña (IG.16), cultivo que se explota en áreas limitadas y cuyo sistema reproductivo no hace posible el empleo regular de las técnicas tradicionales por hibridación por lo cual tiene una muy limitada base genética y la transgénesis pudiera ofrecer una alternativa viable para la mejora de caracteres específicos mediante genes de otras especies (IG.15).

## 6. Salud animal (Tabla 7)

Entre las líneas generales de desarrollo de las investigaciones veterinarias están las de desarrollo de diagnosticadores, vacunas y medicamentos; todas en función de apoyo a los programas de control y/o erradicación de enfermedades endémicas, y en la alerta temprana en las emergentes, re-emergentes y exóticas.

Dentro de las enfermedades con mayor impacto por su incidencia negativa en la productividad ganadera se destacan la mastitis bovina y los trastornos

gastroentéricos del bovino y del porcino para los que se desarrollaron medicamentos de origen natural ([SA.3](#), [SA.4](#)).

En la última década, el desarrollo de la biotecnología en nuestro país ha impactado en el diagnóstico veterinario, generándose una serie de métodos fáciles, seguros, reproducibles y en su mayoría automatizados, junto al incremento del conocimiento de los patógenos posibilitado por el desarrollo de la informática, la microbiología y la biología molecular.

La introducción de las técnicas moleculares en la esfera del diagnóstico ha permitido la definición de la presencia o no de agentes etiológicos de enfermedades emergentes y reemergentes ante la sospecha de su introducción en el país. A su vez, la utilización de estas herramientas en los estudios epidemiológicos ha posibilitado realizar estudios de comparación de aislamientos clínicos, identificación de fuentes, estabilidad genotípica longitudinal, entre otros.

El sistema nacional de diagnóstico veterinario comprende diferentes niveles, transitando desde el diagnóstico de campo, los laboratorios a diferentes instancias hasta el Centro Nacional de Epizootiología, Diagnóstico e Investigación (CENEDI), así como el diagnóstico especializado de referencia, particularmente las técnicas moleculares han sido desarrolladas e implementadas en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) que tiene entre sus misiones la responsabilidad del diagnóstico de certeza de enfermedades emergentes y re-emergentes para la sanidad agropecuaria ([SA.11](#)).

Específicamente en el campo de la salud animal estas herramientas moleculares se han utilizado para el diagnóstico, la caracterización de los agentes etiológicos y sus antígenos y el análisis epidemiológico en diferentes microorganismos como el de la peste porcina clásica (PPC) ([SA.2](#), [SA.8](#)), esclareciendo los orígenes y la evolución del mismo en las epizootias ocurridas en Cuba en los últimos años; el de la enfermedad infecciosa de la *bursa* (Enfermedad de Gumboro) ([SA.1](#)), para determinar las características de los aislados que circulan en el país como base para el desarrollo de vacunas de alta efectividad en el control, *Anaplasma marginale* ([SA.5](#)) demostrando la existencia de un alto polimorfismo del gen *msp β* así como la presencia de una familia multigénica del gen con posible utilización como candidato vacunal, el de la gastroenteritis transmisible del cerdo ([SA.9](#)), para conocer el origen de la epizootia y más recientemente en el circovirus porcino 2 ([SA.12](#)) en el que se determinó su introducción externa a partir del 2005.

Por otra parte, dentro de los sistemas que se han desarrollado para la detección de anticuerpos y antígenos se destacan los métodos inmunoenzimáticos (Inmunofluorescencia, inmunoperoxidasa, inmunohistoquímicos, ELISA, etc.) En Cuba se utilizan sistemáticamente para el diagnóstico de PPC y diferencial de peste porcina africana ([SA.2](#)), enfermedad de la *bursa* ([SA.1](#)), micoplasmosis ([SA.7](#)) gastroenteritis transmisible del cerdo ([SA.9](#)), diarrea invernal bovina ([SA.10](#)), entre otras. Particular importancia se le confiere al desarrollo y generación de anticuerpos

monoclonales para el diagnóstico de PPC y se desarrollan proyectos nacionales para la obtención de antígenos recombinantes para anaplasmosis ([SA.5](#)) y PPC ([SA.8](#)).

En la salud animal particular importancia han tenido el diagnóstico, control y tratamiento de toxicosis producidas por plantas aspecto donde la experticia nacional ha posibilitado la contribución a la solución de brotes en otros países con impacto directo en la salud humana ([SA.6](#)).

## 7. Ciencia animal: genética, alimentación y manejo de especies animales ([Tabla 8](#))

A partir de la década de los sesenta del pasado siglo el gobierno revolucionario proyectó y ejecutó programas integrales para desarrollar la ganadería vacuna, la avicultura y la crianza de cerdos. El desarrollo ganadero vacuno se sustentó en la transformación de una ganadería extensiva con predominio de carne, hacia una ganadería intensiva de propósito lechero y como subproducto, la carne vacuna, en la que la producción de carne debía provenir también de las especies avícola y porcina; y se organizó la producción de huevos. Para este desarrollo se orientó como premisa establecer una base alimentaria a partir de nuestros recursos naturales y la mejora genética de animales.

Entre 1960 y 1989 se logró desarrollar un rebaño vacuno lechero, subtropical y cubano y como en ningún otro país de la región se aplicaron los logros de la ciencia y la técnica a escala nacional, lo cual hizo posible un crecimiento de la producción de leche. Por otra parte, hubo un crecimiento sostenido de la avícola, desde 1964 hasta 1985, para lo cual se importaban materias primas como los piensos, y el 78% de la producción porcina, con alimento proveniente de desperdicios procesados, estaba a cargo del sector estatal. Al mismo tiempo que se aumentaban estas producciones de origen animal se tomaron medidas para apoyar la seguridad alimentaria de la población y lograr su acceso equitativo a los alimentos.

La drástica reducción de los insumos importados durante los años noventa llevó a una reconversión tecnológica, modificó la estructura de tenencia del ganado y estimuló la producción pecuaria de bajos insumos, así como los sistemas integrados agricultura-ganadería con aprovechamiento de recursos locales, los alimentos alternativos, la caña de azúcar y sus derivados, los subproductos agrícolas en sustitución de fertilizantes y granos importados, y a la implementación de nuevas fórmulas para la producción y comercialización de productos pecuarios.

En consecuencia a la referida estrategia, el trabajo de investigación en genética y mejora animal ha estado encaminado mayormente al ganado bovino, a las aves, los cerdos, los ovejunos y los búfalos. A través de todos estos años se criaron diferentes razas de aves que fueron entrando al país, se organizó para su conservación el genofondo avícola, y se incorporó en el año 2000 la raza Cubalaya, que es la única raza de gallina cubana reconocida desde el año



1935. Los resultados de las investigaciones en este campo fueron premiadas en 1997 ([CA.1](#))

Hasta mediados del siglo pasado, las razas Holstein, Suiza Parda y la Jersey constituían el inventario principal de las vacas lecheras del país explotados bajo sistemas extensivos, y en ellos, el Cebú y sus mestizos constituían la inmensa mayoría. Entre 1960 y 1975 se importaron nuevas razas de varias especies. Se emprendió su mejora, respondiendo a las orientaciones y proyectos guiados por nuestro máximo líder Fidel Castro Ruz, autor intelectual de la formación de varias razas nuevas de bovinos que hoy, podemos mostrar, tales como, el Siboney de Cuba y el Mambí de Cuba, entre otras. Con algunas razas se ha mantenido un esquema de mejora también para la producción de leche y se han desarrollado algunos nuevos genotipos por diferentes instituciones.

Del mismo modo, a partir de la década de los años sesenta en Cuba se comenzó el incremento de la producción porcina sobre una base técnica superior. Se desarrolló un intenso trabajo de mejora genética y para la caracterización, la conservación y el uso más adecuado del cerdo Criollo. La obtención de la raza sintética CC-21 fue premiada por la ACC, en 1995, con anterioridad al período que nos ocupa. En 2007 fue premiado estudio integral del Cerdo Criollo Cubano (CRC) que abordó los aspectos fisiológicos, digestivos, reproductivos y de morfología de los órganos vitales, los sistemas de cría, la composición de la canal y las posibilidades de uso como modelo biomédico y sus características genéticas ([CA.13](#)).

En el ganado ovino, el rebaño mayoritario en Cuba está formado por ovejos de pelo o criollos, cuyo origen se remonta al ganado traído junto con los negros esclavos desde África, mezclado con las razas Churra y Merino traídas por los españoles de la Península, todos los cuales participaron en la formación de la raza "Pelibuey de Cuba". A partir de los híbridos de Pelibuey con razas especializadas de origen europeo se emprendió su estudio genético y un programa de mejora. En 2007 fue premiado el resultado que abarcaba tres variantes tecnológicas para producción sostenible de carne de ovinos Pelibuey en el trópico, de fácil introducción por los productores, las cuales están extendidas en México, Brasil y Venezuela y cuyo impacto ha sido también evaluado satisfactoriamente en la masa animal y las producciones de carne ovina de la región centro-oriental del país ([CA.14](#))

En el país existen dos especies de búfalos introducidas en 1983, la denominada, de Río, buena productora de leche y carne, y la de Pantano, buena productora de carne. Ambas, con alta reproducción, niveles de natalidad y poder de adaptación a diferentes ambientes, lo que constituye una alternativa promisorio por su capacidad de aprovechamiento de alimentos de pobre calidad biológica y resistencia a las enfermedades. Se han distribuido en diferentes localidades a lo largo del país para la producción de leche. Se premiaron dos trabajos de este tema: las investigaciones multidisciplinarias del comportamiento reproductivo y la estacionalidad de los búfalos de río de la raza Bufalypso, poco conocida internacionalmente, capaces de sobrevivir en las condiciones de las zonas bajas costeras del país donde el ganado bovino sobrevive escasamente, con

recomendaciones para su extensión y mejora en nuestras condiciones ([CA. 9](#)); y el estudio comparativo del comportamiento productivo y reproductivo, la conducta alimentaria, los hábitos de pastoreo, la fisiología digestiva y la factibilidad económica del búfalo de río para la producción de leche, carne y trabajo, en condiciones controladas ([CA.15](#)).

Las investigaciones dirigidas a la solución de los problemas de la alimentación animal y su manejo han constituido el núcleo mayoritario en este campo científico. Algunos de los resultados más significativos han sido integrados en los sistemas productivos y normas ramales, y constituyeron las primeras patentes obtenidas en estos campos.

A partir de los años noventa, en el marco de la reconversión tecnológica antes mencionada, las investigaciones se reorientaron hacia la búsqueda de la autosuficiencia alimentaria utilizando pastos con y sin riego ni fertilizantes minerales, los sistemas silvopastoriles, el uso de las leguminosas, los bancos de biomasa como reserva de alimentos para la seca y de la caña fresca o sus coproductos.

La presencia de la temática del alimento animal entre los Premios ACC es amplia y regular. Así por ejemplo, en el período tratado entre 1988 y 2002 fueron premiados siete trabajos sobre: alimentos para cerdos y aves ([CA.2](#), [CA.3](#), [CA.4](#)); estudio de la celulosa para preparación del alimentos ([CA.6](#)), el estudio integral de la Leucaena en sistemas silvopastorales ([CA.7](#)) y el impacto de los árboles, arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas de baja calidad ([CA.8](#)).

Durante el periodo de 2006 a 2010, fueron premiados cinco resultados con aportes científicos y prácticos en la solución de la alimentación animal: para el ganado en el período seco bajo régimen de pastoreo en el trópico estacional ([CA.11](#)); la caracterización de harinas de follajes tropicales para animales monogástricos ([CA.12](#)); la degradabilidad ruminal de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* ([CA.16](#)); el impacto de fuentes minerales cubanas en la alimentación de monogástricos y rumiantes ([CA.17](#)); un amplio estudio de la metanogénesis ruminal con recomendación de medios y métodos para la evaluación y mitigación mediante variantes de dietas alimentarias ([CA.18](#)); y se evaluó los yacimientos de zeolitas naturales del país con potencial de explotación comercial para posibles usos en la producción agropecuaria en la alimentación y la salud animal, la producción de semillas, el aumento de fertilidad de suelos y la disminución de la contaminación ambiental ([CA.10](#)).

## 8. Pesca ([Tabla 9](#))

Los trabajos relacionados con la investigaciones pesqueras fueron premiados en tres ocasiones ([Tabla 9](#)): el estudio que aportó las bases científicas y metodológicas para el establecimiento de un programa integrado de salud en la acuicultura cubana ([P.1](#)); las investigaciones que permitieron formular una propuesta de las estrategias para el ordenamiento de la pesquería de langosta *Panulirus argus* de Cuba, las condiciones de las zonas de cría y los refugios de los juveniles, y la mejor época para la exportación de la langosta viva, basadas

en los estudios sobre las relaciones entre los procesos de muda y reproducción y que desarrolló un modelo bioeconómico para pronosticar las capturas por Asociaciones pesqueras considerando diferentes niveles de incertidumbre ([P.2](#)); y el estudio genético poblacional de la variación temporal, los patrones de diversidad y la estructura genética de las poblaciones del camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*), segundo recurso pesquero de importancia comercial para el país, en el Golfo de Ana María y Batabanó, empleando marcadores moleculares y genéticos y métodos estadísticos avanzados ([P.3](#)) con un aporte elementos nuevos para la conservación y explotación sostenible de este valioso recurso pesquero.

Los organismos acuáticos han sido también objetos de estudios de investigaciones mediante el uso de herramientas de ingeniería genética y estrategias de genómica funcional para su mejora y control de enfermedades, los cuales han sido premiados en este período ([IG.9](#), [IG.13](#), [IG.17](#), [IG.21](#)).

#### 9. Ciencias del suelo ([Tabla 10](#))

Desde sus inicios, el gobierno revolucionario prestó gran atención al estudio de nuestros suelos. En la década de los sesenta surgieron instituciones, como la Dirección General de Suelos y Fertilizantes (DGSF), el Instituto Nacional de la Caña de Azúcar (INICA) y el Instituto de Suelos (IS), que posibilitaron, entre otros logros, el Mapa Genético de los Suelos de Cuba a escala 1:250 000 (Instituto de Suelos, 1971); la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1975) y el Mapa de Suelos a escala 1:25 000 (Instituto de Suelos, 1990), obra única en Latinoamérica, para la cual se describieron y analizaron más de 75 000 perfiles de suelo de toda Cuba. Paralelamente, el desarrollo de la edafología cubana, posibilitó contar desde 1974, con un servicio para la recomendación de fertilizantes y enmiendas, que brindan en la actualidad tanto el Ministerio de la Agricultura como el Ministerio del Azúcar.

Los siete Premios ACC otorgados en el período 1996-2010 en el campo de la Ciencia del Suelo, son un reflejo de la forma en que los científicos han posibilitado revertir el impacto negativo de la desaparición del campo socialista europeo en 1990.

El primero de ellos, resume los trabajos dirigidos al uso racional y eficiente de las limitadas cantidades de fertilizantes minerales y enmiendas con que cuenta el país para la producción de caña de azúcar ([CS.1](#)); mientras que los restantes, dirigidos a profundizar en aspectos relacionados con la conservación y mejoramiento de nuestros suelos sobre la base de principios y metodologías actuales: la evaluación de las propiedades hidráulicas del suelo, de importancia para el manejo agrohidrológico ([CS.3](#)) y la demostración de que la estructura no lineal de los suelos como medio poroso heterogéneo debe considerarse para definir escalas apropiadas tanto para su manejo como para el manejo de los cultivos ([CS.6](#)); factores limitantes de su productividad, como la salinidad ([CS.2](#)) y la modelación de la erosión del suelo por diferentes metodologías ([CS.7](#)); el papel de la macrofauna edáfica en su relación con la materia orgánica del suelo ([CS.5](#)) y finalmente, nuevos aportes a la Clasificación Genética cubana de los suelos y su relación con el ([CS.4](#)).



## Consideraciones finales

El análisis revela que los trabajos premiados están orientados hacia la solución de problemas nacionales. Por la naturaleza de su impacto se distinguen los:

- Estudios integrales de impacto directo evaluable, que brindan variedades, razas y especies de organismos acuáticos con recomendaciones para su manejo integral en nuestras condiciones.
- Trabajos de valor estratégico para el país, que nos preparan para ser capaces de dar solución de inmediato ante una amenaza potencial biótica o abiótica, o bien, nos ayudan a conservar los recursos biológicos y preservar el clima y el suelo, cuyo impacto no puede siempre cuantificarse, pero es aceptado.
- Trabajos con repercusión tecnológica indudable, que aportan nuevas metodologías, procedimientos en forma de paquetes tecnológicos, para desarrollar producciones *in vitro* de sustancias, propágulos, vacunas, diagnosticadores, y bioproductos, cuya novedad puede estar avalada por la concesión de patentes; todos con un impacto económico actual o a corto plazo, a través de la comercialización o la sustitución importaciones.
- Trabajos premiados por su relevante aporte científico en el ámbito nacional e internacional, corroborado por la publicación en revistas científicas de corriente principal cuyo impacto inmediato es sobre la calidad de las investigaciones, que pudieran ser patentables *per se* o como parte de un resultado más complejo .

Al revisar los dictámenes y las principales publicaciones de los premios otorgados a partir de 2004 se hace evidente el resultado favorable de exigir el cumplimiento de los requisitos establecidos en cuanto a la visibilidad de los resultados en publicaciones de impacto o de prestigio internacional, el aval de los usuarios locales y su ratificación por el ministerio introductor y el registro o patente, en el caso de productos reivindicados.

Con esto el número de premios se estabilizó y se elevó la calidad, junto con la participación estable de un grupo de seis instituciones principales a cargo de la autoría y dirección científica de la mayoría de los trabajos premiados en las diferentes especialidades consideradas, con excepción de Pesca y Genética vegetal.

El caso de la Genética vegetal puede ser explicado por el necesario cambio de prioridad de sus objetivos institucionales inmediatos hacia los trabajos de desarrollo e introducción de resultados así como por las características de esta ciencia, ligada al cultivo o grupos de cultivos, con largos ciclos de vida; sin embargo los estudios genéticos a los niveles genómico y poblacional con la aplicación de las nuevas herramientas de metanálisis, el uso de redes y la simulación computarizada, según las tendencias mundiales, deben aportar el necesario vínculo para integrar los resultados de Fisiología Vegetal y de Genómica Funcional y brindar resultados de impacto directo en la producción.

Las investigaciones multidisciplinarias de hoy, en especial las de carácter básico orientado, pueden ser consideradas como gastos o inversiones en dependencia, fundamentalmente, de la elección de los objetivos y de los modelos biológicos de trabajo, lo que constituye un desafío para avanzar con mayor celeridad hacia la transdisciplinariedad.

Ante la magnitud y frecuencia pronosticada para los cambios climáticos, no basta el conocimiento de un agroecosistema aislado, el reto consiste en transitar gradualmente hacia el conocimiento del llamado “ecosistema global” para aprovechar sus posibilidades con flexibilidad y causar el menor daño a largo plazo por la actividad antrópica. Así por ejemplo, no basta evaluar un sistema de control integrado de una plaga sin conocer su impacto y el de sus controles en los circundantes, incluyendo las poblaciones naturales, para tomar las decisiones balanceando daños y beneficios; se trata de generalizar el análisis de riesgos que al presente se solicita para la liberación de los organismos genéticamente modificados a otros que ya empleamos en la agricultura.

De igual forma, no basta reportar nuevos genes si no se logran establecer las redes que participan en su expresión; no resulta suficiente describir la compleja estructura y dinámica de los suelos si no podemos pronosticar su evolución a corto plazo y los factores que más inciden en la erosión y pérdida de fertilidad para enmendarlos o darles un mejor uso.

Por último y no por esto menos importante, del relevo de los autores así como del estilo de redacción de los trabajos y dictámenes de los resultados premiados es posible notar un avance en la cultura científica y la formación de nuevos investigadores durante el período analizado; un reto permanente es también evolucionar con la ciencia sin abandonar los principios éticos y cuidar de la formación y la correcta estimulación de sus actores.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a los doctores Mayra Rodríguez, Gloria González, Zoila Fundora, Alikia Iglesias, Lochy Batista y Norge Bernal, por la diligente colaboración para el completamiento de la información de los trabajos premiados de sus instituciones; y a los doctores Pedro Mas Bermejo y Oscar Álvarez Pomares, por las valiosas sugerencias y la paciente dedicación a la edición de este trabajo.

## **Colectivo de autores:**

### **María Teresa Cornide Hernández**

Académica de Mérito. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctora en Ciencias. Investigadora Titular. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Ministerio de la Industria Azucarera  
Genetista vegetal y fitomejoramiento

### **Omelio Borroto Leal**

Académico Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctor en Ciencias Económicas. Profesor Titular.  
Instituto de Ciencia Animal.  
Ministerio de Educación Superior.  
Economía Agropecuaria

### **Carlos Borroto Nordelo**

Académico de Mérito. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Investigador Titular. Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología,  
Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente  
Biotecnología Agropecuaria

### **Soledad Díaz Otero**

Académica Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Investigadora Titular. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente  
Gestión de la Ciencia y la Innovación

### **María Teresa Frías Lepoureau**

Académica Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctora en Ciencias. Investigadora Titular. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.  
Ministerio de Educación Superior.  
Microbiología Veterinaria

### **Olegario Muñiz Ugarte**

Académico Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctor en Ciencias Agrícolas. Investigador Titular. Instituto de Suelos.  
Ministerio de la Agricultura.  
Fertilidad de los suelos y nutrición vegetal

### **Ramón Santos Bermúdez**

Académico Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctor en Ciencias Agrícolas.  
Investigador Titular. Centro de Biotecnología de las Plantas.  
Universidad de Ciego de Ávila.  
Ministerio de Educación Superior.  
Biotecnología vegetal

**Lydia Margarita Tablada Romero**

Académica de Mérito. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctora en Ciencias Veterinarias. Investigadora Titular.  
Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.  
Ministerio de Educación Superior.  
Microbiología Veterinaria

**Walfredo Torres de la Noval**

Académico Titular. Sección C. Agrarias y de la Pesca  
Doctor en Ciencias Agrícolas.  
Investigador Titular. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.  
Ministerio de Educación Superior.  
Fisiología Vegetal

**Mario Varela Nualles**

Doctor en Ciencias Matemáticas Investigador  
Auxiliar Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.  
Ministerio de Educación Superior.  
Estadística Aplicada

**Colaboradores:**

**Lilliam M. Álvarez Díaz.**

Académica de Mérito.  
Dra. Ciencias Físico-Matemáticas  
Investigadora Titular. Academia de Ciencias de Cuba.  
Jefe del Grupo de Promoción de la Ciencia de la ACC.

**Alejandro Caballero Rivero.**

MSc. en Gestión de la Ciencia y la Innovación  
Especialista en Ciencia y Técnica.  
Jefe del Grupo de Informática, ACC.

**Antonio Casanova Morales.**

Académico Titular.  
Dr. C. Agrícolas Investigador Titular.  
IIHLD.  
MINAG. Fitotecnia Hortícola.

**Olimpia Gómez Consuegra.**

Académico Titular.  
Dr. C. Agrícolas Investigador Titular.  
IIHLD.  
MINAG. Fitomejoramiento.

**María del Carmen Pérez Hernández.**

Académico Titular.  
Dr. C. Biológicas.  
Inv. Titular.  
INCA. Fisiología Vegetal

**María Elena Rodríguez Fuentes.**

Académico Titular.  
Dr. C. Agrícolas Inv. Titular.  
Nematología Agrícola.

**Pedro Carlos Martín Méndez.**

Académico Titular.  
Dr. C. Agropecuarias.  
Inv. Titular. ICA.  
MES Nutrición Animal.

*Presentado: 2 de abril de 2011*

*Aprobado para publicación: 10 de mayo de 2011*

## Siglas de instituciones cubanas científicas y gubernamentales citadas

<b>Siglas</b>	<b>Nombres</b>
<b>ACC</b>	<b>Academia de Ciencias de Cuba</b>
<b>MINAG</b>	<b>Ministerio de Agricultura:</b>
ENGP	Empresa Nacional Genética Porcina
IIA	Instituto de Investigaciones del Arroz
IIAv	Instituto de Investigaciones Avícolas
INIFAT	Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt"
IIFT	Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales, actual Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
IIHLD	Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"
IIP	Instituto de Investigaciones Porcinas
IIT	Instituto de Investigaciones del Tabaco
INISAV	Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal
INMV	Instituto Nacional de Medicina Veterinaria
IS	Instituto de Suelos
<b>MES</b>	<b>Ministerio de Educación Superior:</b>
CENSA	Centro de Sanidad Agropecuaria
EEPF	Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
ICA	Instituto de Ciencia Animal
INCA	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
ISPJAE	Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría"
UCLV	Universidad Central de Las Villas "Marta Abreu"
IBP-UCLV	Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV
UG	Universidad de Granma
UH	Universidad de La Habana
Fac.Biol-UH	Facultad de Biología y Bioquímica. UH.
CIM	Centro de Investigaciones Marinas, Facultad de Biología. UH.
UM	Centro de Biotecnología. Universidad de Matanzas
UNAH	Universidad Agraria de La Habana
UNICA	Universidad de Ciego de Ávila
Bioplantitas-UNICA	Centro de Bioplantitas. UNICA
UPR	Universidad de Pinar del Río
<b>MINAZ</b>	<b>Ministerio de la Industria Azucarera:</b>
ICIDCA	Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar
ICINAZ	Instituto de Investigaciones de la Industria Azucarera
INICA	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
<b>MIP</b>	<b>Ministerio de la Industria Pesquera :</b>
CIP	Centro de Investigaciones Pesqueras
<b>CITMA</b>	<b>Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente:</b>
CDM	Centro de Desarrollo de la Montaña
CEADEN	Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear
CIGB	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología
IIAJD	Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov"
ICIMAF	Instituto de Cibernética, Matemática y Física Teórica
IES	Instituto de Ecología y Sistemática