



# LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE BIOFERTILIZANTES EN CUBA EN EL PERÍODO 2008-2012: UN ANÁLISIS BIBLIOMETRICO DE LAS REVISTAS CUBANAS

## Scientific production about biofertilizer in Cuba in the 2008-2012 period: a bibliometric analysis of cuban journal

Maida D. Peña Borrego<sup>1✉</sup>, María R. de Zayas Pérez<sup>2</sup>  
y Rosa M. Rodríguez Fernández<sup>1</sup>

**ABSTRACT.** The study aims at characterizing the process of the scientific research about biofertilizers in scientific magazines of Cuba during the period 2008-2012, by means of the analysis of bibliometric indicators, in order to determine the regularities of the scientific production by authors and institutions, as well as, the collaboration between provinces, institutions and other nations, in addition to the microorganisms and the crops more often investigated in this subject. As source of information, the author consulted the published in 14 scientific magazines certified by CITMA, as scientific and technological publications. For the analysis of the data Excel, ToolInf and Ucinet 6,0 were used. The year 2008 resulted to be the most productive; though there was a decrease on the issue of articles about biofertilizers in this period. The Cuban provinces of Mayabeque, Havana and Villa Clara, are the productive centre of these researches. And the most active institutions were: INCA, INIFAT and the Faculty of Biology in the University of Havana, establishing strong collaboration links toward the western region of the country. Concerning international collaboration, Brazil and Mexico, were the countries which contributed the most to the scientific results with Cuban institutions through national publications. Sorghum (*Sorghum bicolor* and *Sorghum vulgare*), rice (*Oryza sativa*), cabbage (*Brassica oleracea*), tomato (*Solanum lycopersicum*), sugar-cane (*Saccharum officinarum*), maize (*Zea mays*), papaya (*Carica papaya*) and canavalia (*Canavalia ensiformis*) were the main agricultural farmings in which a greater number of biofertilizing microorganisms were evaluated; among which, the genus most frequently studied are: *Glomus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Gluconoacetobacter* and *Pseudomonas*.

**RESUMEN.** El estudio tiene como objetivo caracterizar el comportamiento de la investigación científica sobre biofertilizantes en revistas científicas de Cuba durante el período 2008-2012, mediante el análisis de indicadores bibliométricos para determinar las regularidades de la producción científica por autores e instituciones, así como la colaboración entre provincias, instituciones y otras naciones, además de los microorganismos y cultivos agrícolas más trabajados en la temática. Se tomó como fuente de información los artículos publicados en 14 revistas científicas certificadas por el CITMA como publicaciones científicas y tecnológicas. Para el análisis de los datos, se empleó el Excel, ToolInf y Ucinet 6.0. Resultó que el año 2008 fue el más productivo, aunque se manifestó un decrecimiento de los artículos sobre biofertilizantes en el período. Las provincias Mayabeque, La Habana y Villa Clara, constituyen el nicho productivo de estas investigaciones. Las instituciones de mayor actividad científica fueron INCA, INIFAT y la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, estableciéndose fuertes lazos de colaboración en el país hacia la región occidental. Respecto a la colaboración internacional, fueron los países de Brasil y México, los que más contribuyeron a resultados de investigación con entidades cubanas a través de publicaciones nacionales. El sorgo (*Sorghum bicolor* y *Sorghum vulgare*), arroz (*Oryza sativa*), col (*Brassica oleracea*), tomate (*Solanum lycopersicum*), caña (*Saccharum officinarum*), maíz (*Zea mays*), papaya (*Carica papaya*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*) fueron los principales cultivos agrícolas en los cuales se evaluaron un mayor número de microorganismos biofertilizantes, que entre los géneros de mayor nivel de estudio se encuentran *Glomus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Gluconoacetobacter* y *Pseudomonas*.

**Key words:** biofertilizers, journal, scientific production

**Palabras clave:** biofertilizantes, revistas, productividad científica

<sup>1</sup> Centro de Estudios para Agroecosistemas Áridos, Universidad "Oscar Lucero Moya", Avenida XX Aniversario, Vía Guardalavaca, Piedra Blanca, Holguín, Cuba.

<sup>2</sup> Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, calle 18 S/N, entre Ira y Maceo, Reparto El Llano, Holguín, CP 80100, Cuba.

✉ [mpborrego@facing.uho.edu.cu](mailto:mpborrego@facing.uho.edu.cu); [mrosa@ciget.holguin.inf.cu](mailto:mrosa@ciget.holguin.inf.cu); [rmargarita@ict.uho.edu.cu](mailto:rmargarita@ict.uho.edu.cu)

## INTRODUCCIÓN

Los biofertilizantes, son preparados que contienen microorganismos beneficiosos que se utilizan en la agricultura para su aplicación a las semillas, a la planta o al suelo, con el objetivo de incrementar el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas (1).

El empleo de biofertilizantes en Cuba se remonta a los inicios del siglo XX, con la inoculación de *Rhizobium* de cepas provenientes de Estados Unidos de América para el cultivo de leguminosas en la entonces, Estación Central Agronómica de Cuba, actual Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), donde se abordó ampliamente la historia del surgimiento de la aplicación de biofertilizantes en Cuba (2).

Ya en la década de los 80, las investigaciones en la temática reciben un gran impulso a partir de la creación del Frente Biológico Nacional, y aparejado al desarrollo de instituciones científicas en el país se fue incrementado el número de investigaciones sobre biofertilizantes. En estas investigaciones se han asumido distintos paradigmas desde su surgimiento, que van desde los inoculantes simples (3), los inoculantes mixtos (4, 5), ambos marcados por la industria biotecnológica, y más recientemente la obtención artesanal de biofertilizantes (6), donde el productor agrícola puede elaborar estos biopreparados a partir de los recursos que les proporciona el ecosistema.

Diversos autores cubanos han tratado las potencialidades del uso de los biofertilizantes (1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Sin embargo los resultados de la ciencia y la innovación sobre biofertilizantes no son ampliamente aplicados por los productores agropecuarios en Cuba, ni en la mayor parte de los países subdesarrollados (14, 15). Esta situación impulsó que se creara en Cuba el Programa Gubernamental de Biofertilizantes, Bioplaguicidas y Bioestimulantes, en función de incrementar la investigación, producción y disponibilidad de estos productos al servicio de una agricultura con bases sostenibles, a través de las capacidades acumuladas en el país desde el surgimiento y desarrollo de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores, en los años 90 (13). De ahí, la importancia en conocer cómo se está comportando, la producción científica sobre biofertilizantes en el país, que permita trazar estrategias en función de los núcleos de mayor conocimiento, incrementar la visibilidad o distribución de revistas que potencien la divulgación de la temática, así como fortalecer las investigaciones hacia los cultivos agrícolas de interés económico en algunas regiones del país.

Los indicadores bibliométricos en las investigaciones cubanas de agricultura han sido tratados por diversos autores (16, 17, 18, 19, 20).

Estos estudios han permitido evaluar la productividad científica de investigadores cubanos y principales revistas en las que publican; sin embargo, no abordan el comportamiento de los estudios sobre biofertilizantes.

En un análisis bibliométrico realizado a la revista *Pastos y Forrajes* desde 1978 hasta el 2000, se hace referencia a los biofertilizantes, aunque la investigación estuvo dirigida al estudio del cambio de paradigma en la ganadería (21). En este estudio resultó que la temática de biofertilizantes fue una de las áreas del conocimiento con mayor promedio histórico anual de artículos en dicha revista para ese período y el primer artículo en el año 1982, trató de la inoculación de siete cepas de *Rhizobium* en el cultivo de *Leucaena*.

Sin embargo, estos estudios no profundizan en el comportamiento de las investigaciones sobre biofertilizantes en las ciencias agropecuarias. De ahí que, como un primer acercamiento a la producción científica actual en Cuba sobre biofertilizantes, se realice un estudio bibliométrico en las revistas científicas cubanas en el período 2008-2012. El período de estudio seleccionado, permitirá determinar los núcleos de conocimientos existentes a partir de la literatura científica más reciente, de gran utilidad para la transferencia de conocimientos a los productores agropecuarios y la gestión de proyectos en la temática.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó la revista como unidad de análisis, procesándose la información contenida en los artículos sobre biofertilizantes del período 2008-2012 en 14 revistas científicas certificadas (Tabla I) como publicaciones científicas y tecnológicas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en Cuba (CITMA) (22). Obteniéndose un total de 112 artículos científicos sobre biofertilizantes en el período, a partir de la revisión de cada número publicado en las revistas científicas vinculadas a la temática de los biofertilizantes, como las de ciencias agropecuarias y ciencias biológicas. Aunque se tiene conocimiento de que muchas investigaciones sobre el tema se publican en revistas muy alejadas de su eje temático, se comprende que esta puede ser una limitación del presente estudio.

## ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

La compilación y procesamiento de los datos se realizó con el software Microsoft Excel y el ToolInf, herramienta de análisis desarrollada por la Consultoría BioMundi de Cuba que permite la homogenización y conteo de datos y confección de matrices (23, 24).

La información se estructuró en los campos: título del artículo, autores, institución, provincia, colaboración internacional, revista, año de publicación, microorganismo benéfico y cultivo agrícola.

**Tabla I. Relación de revistas científicas certificadas por el CITMA como publicaciones científicas y tecnológicas consultadas y las instituciones responsables de su edición.**

Revista científica	Institución
Cultivos Tropicales	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Revista Cubana de Ciencias Agrícolas	Instituto de Ciencia Animal (ICA)
ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar	Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
Pastos y Forrajes	Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EPPF)
Agrotecnia de Cuba	Instituto de Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT)
Revista Cubana de Plantas Medicinales	Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana (UCMH)
Revista de Protección Vegetal	Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA)
Fitosanidad	Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV)
Revista Cubana del Arroz	Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA)
Biología Aplicada	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB)
Centro Agrícola	Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central de las Villas (UCLV)
Ciencia y Tecnología Ganadera	Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical (CIMAGT)
Revista CENIC. Ciencias biológicas	Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CENIC)
Acta Botánica Cubana	Instituto de Ecología y Sistemática (IES)
Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias	Universidad Agraria de la Habana (UNAH)

Finalmente, los ficheros obtenidos se llevaron a Ucinet y dentro de este se utilizó el NetDraw (<http://www.analytictech.com/ucinet/trial.htm>), para la obtención de matrices de co-ocurrencia entre dos variables, lo cual, permitió mapear, editar y analizar matrices sociales y visualizarlas.

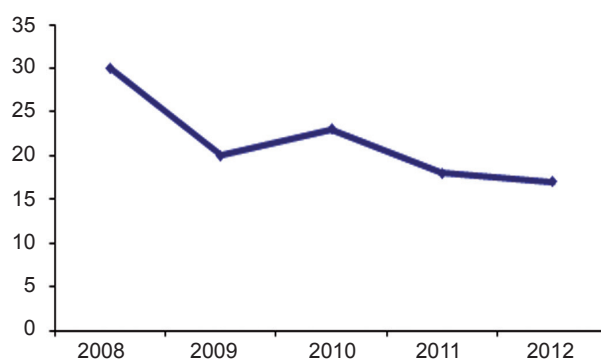
Los indicadores que se utilizaron en el estudio fueron: productividad por años, productividad por revista, productividad autorial, relaciones entre autores y revista, productividad institucional, relaciones entre instituciones nacionales, productividad por provincia del país, principales países colaboradores, principales microorganismos y principales cultivos agrícolas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PRODUCTIVIDAD POR AÑOS

La distribución por año de los 112 artículos científicos sobre biofertilizantes analizados en el período 2008-2012, permitió evaluar el comportamiento reciente de las investigaciones en esta temática (Figura 1). Se registra un decrecimiento de las publicaciones en las revistas objeto de estudio, alcanzándose la mayor productividad en el año 2008 y 2010, en ambos años la revista "Cultivos Tropicales" fue la que publicó el mayor número de artículos.

En un estudio realizado sobre la visibilidad de las ciencias agropecuarias cubanas durante el período de 2000-2008, ya se evidenciaba una tendencia al decrecimiento del número de publicaciones nacionales en este sector (25). Esta tendencia contrasta con la cantidad de revistas cubanas de agricultura existentes en el país, como reflejo de la política del estado cubano de potenciar la divulgación científica y el diálogo académico en este sector.



**Figura 1. Cantidad de artículos sobre biofertilizantes publicados por año entre 2008-2012.**

### PRODUCTIVIDAD POR REVISTA

Las principales revistas cubanas en las cuales se publicaron los resultados de las investigaciones sobre biofertilizantes en Cuba en el período 2008-2012 pertenecen al Ministerio de Educación Superior (MES) y fueron "Cultivos Tropicales" con 52 artículos, "Centro Agrícola" con 14 artículos y "Pastos y Forrajes" con 12 artículos. Esto se corresponde con las de mayor estabilidad en su frecuencia de aparición en las ciencias agropecuarias desde su fundación en los años 70 (19).

El hecho de que las principales revistas cubanas en las cuales se publica la temática de biofertilizantes sean del MES, se debe a la fuerte investigación desde las instituciones de este ministerio, que ha implicado se tenga en cuenta la temática en las revistas con el incremento de las investigaciones en esta área del conocimiento. Por ejemplo, la revista "Cultivos

Tropicales" alrededor de 1997, consideró la temática de biofertilizantes como uno de sus ejes temáticos. Además, esta revista resultó la de mayor productividad de las relacionadas con las ciencias agropecuarias en el MES durante el período 1989-1998, con un promedio de 39,7 artículos por año (19).

Además, las revistas científicas del MES se registran como las mayores productoras de artículos sobre las ciencias agropecuarias (25), a pesar de que la cantidad de revistas científicas en la temática de agricultura del MINAG y del MES son similares.

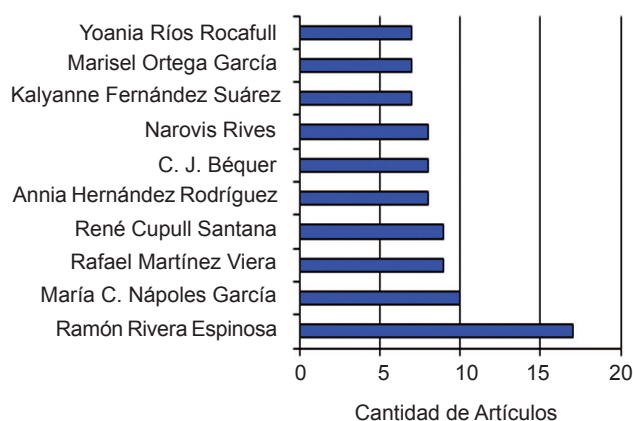
De las 14 revistas analizadas se encuentran en SCOPUS: Cuban Journal of Agricultural Science, Biotecnología Aplicada y Revista Cubana de Plantas Medicinales. Se estableció el ranking de las mismas con el apoyo de los índices SCImago Journal Rank (SJR) y el índice H (Tabla II), y los resultados de las revistas cubanas no son significativos si lo comparamos con los presentados, por ejemplo, con la revista alemana sobre la temática Biology and Fertility of Soils, que presenta valores de SJR de 1,108 y 69 de índice H y publicó 11 artículos científicos sobre biofertilizantes entre 2008 y 2012.

#### PRODUCTIVIDAD AUTORAL

En las investigaciones sobre biofertilizantes analizadas participaron un total 268 investigadores. Entre los doce autores más productivos con más de siete artículos publicados (Figura 2), se estudiaron con profundidad los cuatro primeros: Ramón Rivera Espinosa, del INCA, es el autor más productivo del período, su principal temática es sobre biofertilizantes micorrízicos. La productividad de este autor está dada por el elevado nivel de co-autoría en las publicaciones que mantiene a través de las relaciones de colaboración con otros investigadores. La principal revista nacional en la cual publicó, fue "Cultivos Tropicales".

Bernardo Dibut Álvarez, autor del INIFAT, publicó en el período sobre las relaciones suelo-planta y el endófito *Gluconoacetobacter diazotrophicus*, fundamentalmente en las revistas "Agrotecnia de Cuba" y "Cultivos Tropicales". Se destaca por su elevado número de autorías, de los once artículos publicados en el período analizado, seis son suyos.

María C. Nápoles García, pertenece al INCA, publicó sobre la temática de fijación biológica de nitrógeno, especialmente en el estudio de *Bradyrhizobium* y factores de nodulación, los resultados



**Figura 2. Distribución de artículos científicos cubanos sobre biofertilizantes (2008-2012) por los principales autores.**

de investigación se publicaron, principalmente en las revistas "Cultivos Tropicales" y "Pastos y Forrajes".

Rafael Martínez-Viera (†), autor del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), desarrolló estudios de conjunto con Bernardo Dibut sobre las relaciones suelo-planta por bacterias endófitas como *Gluconoacetobacter diazotrophicus* y publicando durante el período, en las revistas "Agrotecnia de Cuba" y "Cultivos Tropicales". Este autor fue reconocido, en el marco de la XXIV Reunión Latinoamericana de Rhizobiología (RELAR) y I Conferencia Iberoamericana de Interacciones beneficiosas microorganismo-planta-ambiente "IBEMPA", por su destacada contribución al estudio de la biofertilización en Cuba y la difusión internacional de la temática (26).

Por otro lado, sobre la visibilidad de las ciencias agropecuarias cubanas vistas a través de la base de datos Cubaciencia entre el 2000-2008, los autores más productivos tenían entre 16 y 37 artículos científicos (25); sin embargo, ninguno de los investigadores de los biofertilizantes se encontró reflejado entre los 22 autores más productivos de las ciencias agropecuarias en Cuba en ese período. Si semejante estudio se realizara entre el 2008-2012, solo Ramón Rivera Espinosa, con 19 artículos estaría entre los más productivos debido a las relaciones de colaboración y co-autoría que mantiene este autor.

**Tabla II. Revistas científicas cubanas que publican sobre biofertilizantes indizadas en la Base de Datos Scopus.**

Publicación	Cantidad de artículos de biofertilizantes 2008-2012	SJR	índice H
Biotecnología Aplicada	1	0,118	8
<i>Cuban Journal of Agricultural Science</i>	3	0,110	7
Revista Cubana de Plantas Medicinales	1	0,102	5

fuentes: SCImago Journal (SJR) & Country Rank a partir de datos Scopus

### RELACIONES ENTRE AUTORES Y REVISTA

La relación entre los autores con más de tres artículos y las revistas en las que publican sus resultados (Figura 3), muestra que la mayoría publican en más de una revista y la existencia de una red, como resultado del nivel de alianza entre autores en distintas instituciones.

La revista en la cual publica el mayor número de autores es "Cultivos Tropicales", lo que coincide con la de mayor publicación de artículos anuales sobre biofertilizantes, dado el reconocimiento de esta revista en la comunidad científica del sector agropecuario (19, 25).

Sin embargo, las revistas con menor número de publicaciones (menos de tres artículos) sobre biofertilizantes entre 2008-2012, fueron "Ciencia y Tecnología Ganadera", "Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias", "Acta Botánica Cubana", "Revista Cubana de Plantas Medicinales", "Biotecnología Aplicada" y "Ciencias biológicas". Esto está en correspondencia con la cobertura temática de las mismas, ya sea por su nivel de especialización dentro de las ciencias agropecuarias o porque tributan a las ciencias médicas y biológicas.

### PRODUCTIVIDAD INSTITUCIONAL

El análisis de las instituciones más productivas (Figura 4) arrojó que el 74 % de las publicaciones referidas al tema proceden de Institutos de Investigaciones. Se encuentra en primer lugar el INCA con el 47 %, el 20 % proviene de las universidades, destacándose la UH y el 6 % restante correspondió a las Estaciones Experimentales de Pastos y Forrajes de Sancti Spíritus e "Indio Hatuey" de Matanzas.

Las principales instituciones en las cuales se desarrollan las investigaciones sobre biofertilizantes son de gran prestigio, dado por la antigüedad de las mismas, la calidad del recurso humano y la capacidad tecnológica, dado el interés del Estado en el desarrollo científico del país, especialmente en el INCA. Esta institución fue creada en marzo de 1970 por el Comandante Fidel Castro, cuenta con un departamento de Nutrición y Biofertilización de las plantas, un laboratorio de micorrizas y una planta productora de ECOMIC. Desde 1977, es centro de posgrado en Cuba y como tal, desarrolla doctorados, maestrías, especialidades, diplomados, cursos y entrenamientos alrededor de esta temática, para lo cual cuenta con recurso humano altamente calificado.

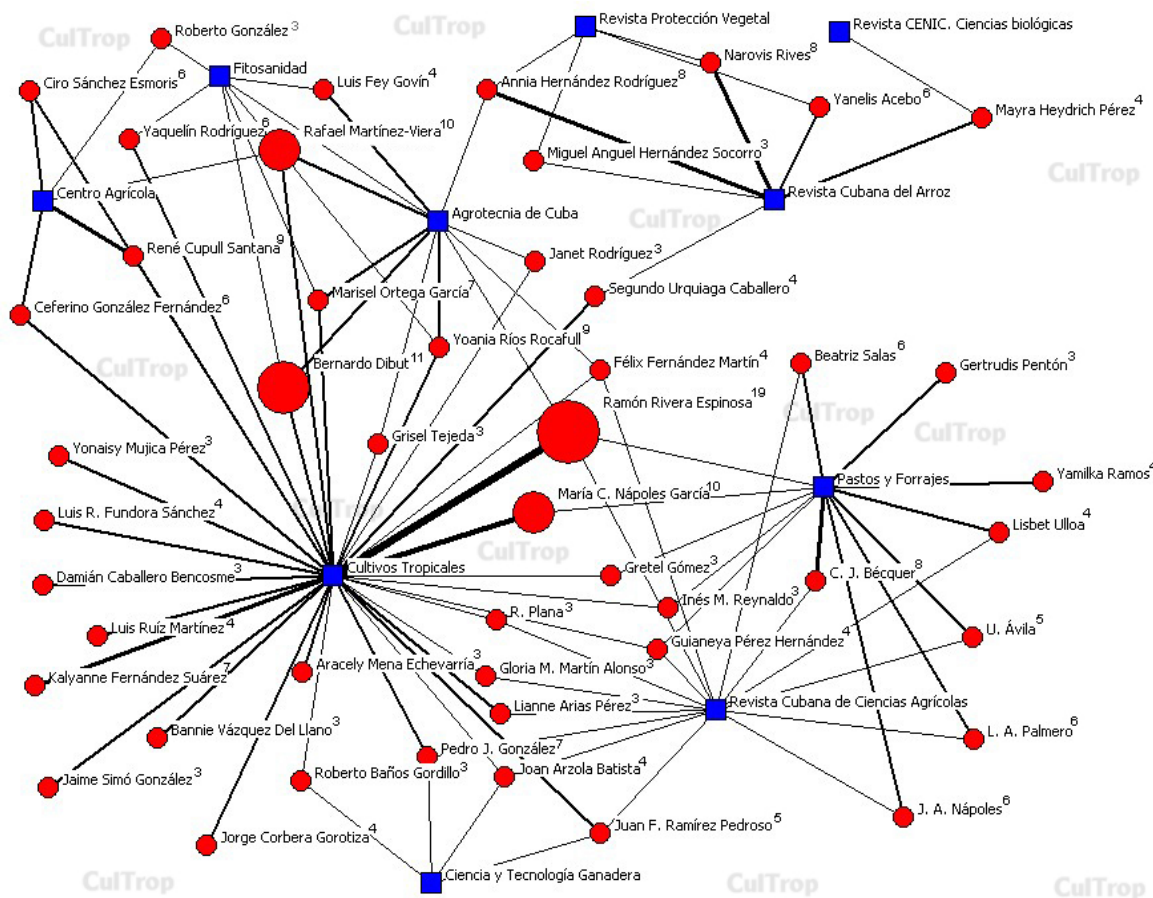
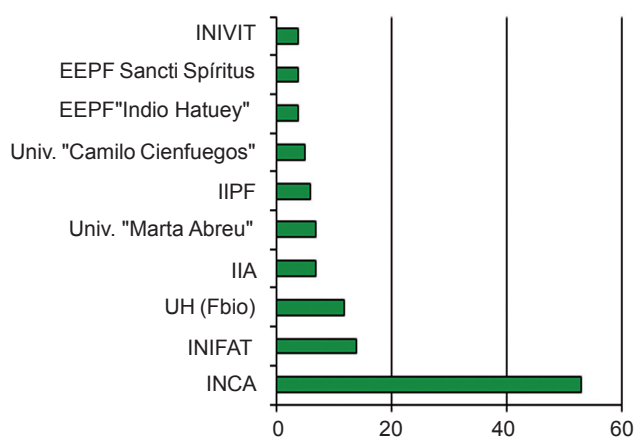


Figura 3. Relación entre investigadores cubanos en biofertilizantes, cantidad de artículos y las revistas científicas en el período 2008-2012.



**Figura 4. Distribución de artículos sobre biofertilizantes (2008-2012) en las principales instituciones del país.**

El INIFAT como antigua Estación Experimental Agronómica, fue pionero en los estudios de biofertilizantes en el país a partir de 1904; sin embargo, después del triunfo de la Revolución en 1959 los estudios son retomados por el Instituto de Suelos y la Universidad de la Habana. Actualmente, posee un Grupo Temático sobre Biofertilizantes, el cual ha desarrollado tecnologías de fabricación de biofertilizantes y bioestimuladores a partir del *Azotobacter* y otros microorganismos.

La Facultad de Biología de la UH, fundada en 1976, cuenta con un Departamento de Microbiología del Suelo, el cual cuenta con 29 profesores e investigadores de los cuales 11 son Doctores en Ciencias y 10 son Máster en Ciencias. Este departamento coordina una maestría de Microbiología y se encarga de impartir cursos de pregrado y posgrado muy relacionadas con la biofertilización, como microbiología del suelo, microbiología de procesos fermentativos y ecología microbiana.

#### RELACIONES ENTRE INSTITUCIONES NACIONALES

Si se analizan las relaciones entre las instituciones cubanas (Figura 5), se puede observar la existencia de una red en las cuales se destacan como los centros de comunicación el INCA, el INIFAT y la UH. El INCA mantiene fuertes lazos de colaboración con el IIPF, el INIVIT, la EEPF "Indio Hatuey" y la Universidad de la Habana.

El fuerte posicionamiento del INCA está marcado por los servicios de superación que en el se brindan dirigidos a los biofertilizantes, entre ellos cursos de posgrado, maestría y doctorado. Las instituciones de la provincia de Granma se comportaron fuera de esa red y sin colaboración con otras instituciones fuera de la provincia.

Entre las universidades con mayor participación en la red de instituciones se encuentran la Universidad de la Habana, Universidad de Villa Clara, Universidad de Guantánamo, Universidad de Matanza y la Universidad de Granma. Sin embargo, no se producen relaciones entre ellas, pero sí con otras entidades a nivel provincial.

#### PRODUCTIVIDAD POR PROVINCIA DEL PAÍS

Entre las provincias que se destacan en las investigaciones sobre biofertilizantes en el período 2008-2012 se encuentran: Mayabeque, La Habana y Villa Clara (Figura 6), que además mantienen colaboración entre ellas; sin embargo, solo en las dos primeras estuvo concentrado un poco más del 50 % de las publicaciones del período.

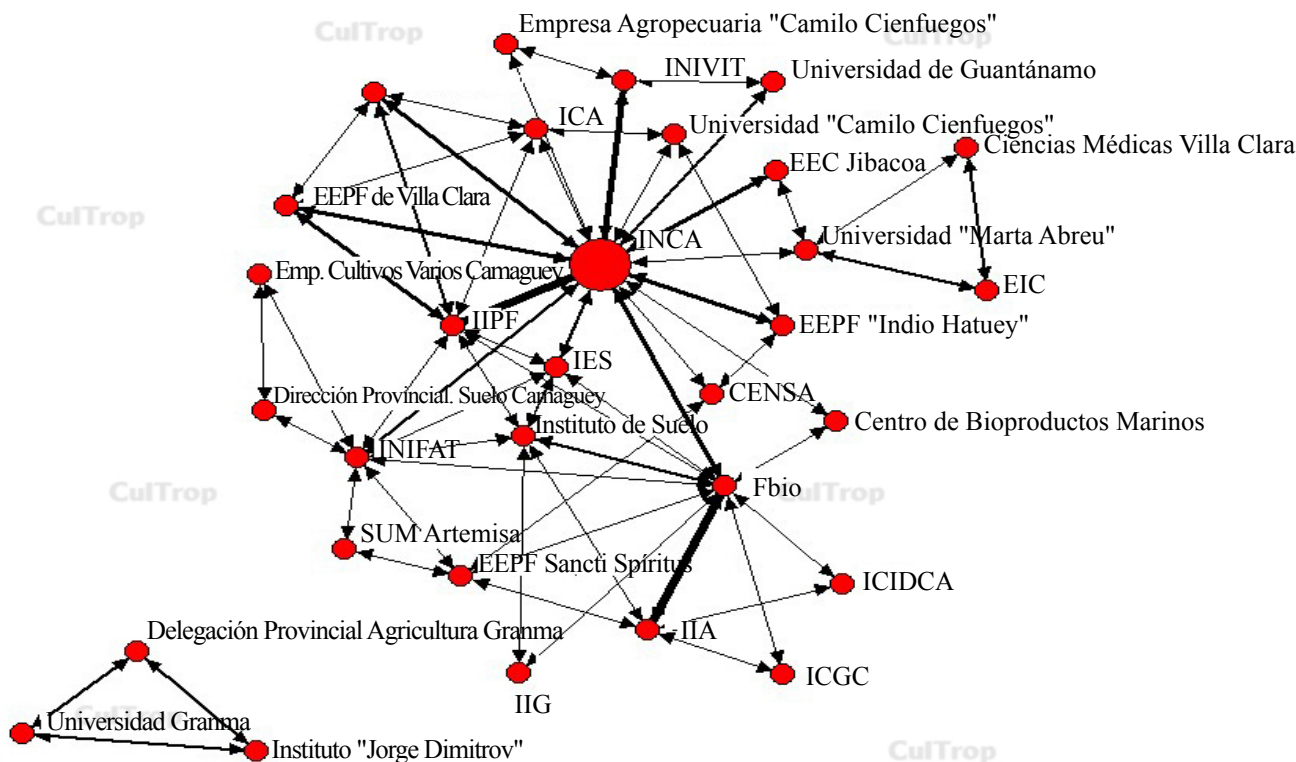
En contraposición con los elevados niveles de producción científica referida a esta temática en el occidente del país, se encuentran los bajos niveles alcanzados en las provincias orientales con solo seis artículos por las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo que representan el 5 % del total de publicaciones. En ese período no se manifiestan resultados de las provincias de Ciego de Ávila, Las Tunas y Holguín.

#### PRINCIPALES PAÍSES COLABORADORES

Diversos son los países en distintas regiones del mundo que investigan o usan los biofertilizantes como los países de América del Norte, Brasil, países del cono sur, Rusia, Asia, África, China, entre otros (27).

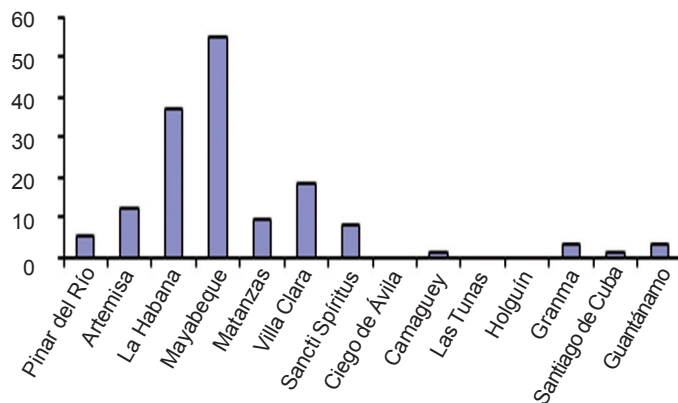
Durante el período 2008-2012 colaboraron con instituciones cubanas en las publicaciones sobre biofertilizantes, diez países como Brasil, México, España, Colombia, Canadá, Argentina, Francia, Ecuador, Bélgica y Angola.

Brasil, aplica entre 60000 a 70000 t de biofertilizantes al año según el Dr. Luís Prochnow y el Dr. Valter Casarin representantes del Programa IPNI en Brasil. Este país, a través del Centro de Pesquisa de Agrobiología (EMBRAPA), sostuvo relaciones con el INCA y con la Estación Experimental de Café de Jibacoa (Villa Clara) en la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en café (*Coffea arabica*), por otro lado con el Instituto de Suelo y el Instituto de Investigaciones del Arroz en el estudio de la fijación biológica del nitrógeno con *Azospirillum*, *Pseudomonas* y *Azotobacter* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). En México, el Centro de investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) realizó investigaciones con el INCA sobre estudios de hongos micorrízicos arbusculares en los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) y sorgo (*Sorghum vulgare*).



- INCA: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
- INIFAT: Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical
- Fbio: Facultad de Biología de la Universidad de la Habana
- IIPF: Instituto de Investigación de Pastos y Forrajes
- EEPF: Estación Experimental de Pastos y Forrajes
- INIVIT: Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales
- EEC: Estación de Investigaciones del Café
- EIC: Estación de Investigaciones del Café
- EPG: Empresa Pecuaria Genética
- CENSA: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria
- EET: Estación Experimental del Tabaco
- ICA: Instituto de Ciencia Animal
- ICIDCA: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
- IES: Instituto de Ecología y Sistemática
- IIA: Instituto de Investigaciones del Arroz
- IIG: Instituto de Investigaciones de Granos
- SUM: Sede Universitaria Municipal
- ICGC: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía

**Figura 5. Relaciones entre instituciones cubanas con actividad en las investigaciones sobre biofertilizantes en el período (2008-2012).**

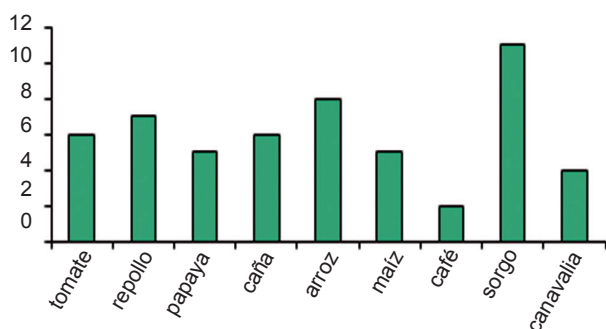


**Figura 6. Cantidad de artículos sobre biofertilizantes por provincia en el período (2008-2012).**

El Centro de Desarrollo de Productos Bióticos y la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana realizaron un inoculante a partir de *Burkholderia* sp. para arroz (*Oryza sativa*) y maíz (*Zea mays*) y la Universidad Autónoma de México (UNAM) y la Facultad de Biología de la UH realizaron investigaciones ambientales en la temática dirigidas al estudio de la diversidad de las bacterias rizosféricas asociadas a plantas de *Typha dominguensis* en humedales del río Almendares en La Habana.

### PRINCIPALES CULTIVOS AGRÍCOLAS

El número total de cultivos objeto de estudio en el período fueron 36, clasificadas en plantas ornamentales, viandas, hortalizas y pastos. Los cultivos agrícolas fundamentales (Figura 7), en los cuales se evaluaron un mayor número de microorganismos biofertilizantes en el período fueron sorgo (*Sorghum bicolor* y *Sorghum vulgare*), arroz (*Oryza sativa*), col (*Brassica oleracea*), tomate (*Solanum lycopersicum*), caña (*Saccharum officinarum*), maíz (*Zea mays*), papaya (*Carica papaya*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*). Estos resultados coinciden con lo referido por Dibut, el cual plantea que en Cuba, se han beneficiado más de 40 especies vegetales, con el uso de los biofertilizantes y bioestimulantes. Estos bioproductos, unidos al manejo integrado a la nutrición y el manejo agroecológico de plagas, entre otros factores agrotécnicos han permitido obtener volúmenes de alimentos correspondientes a las necesidades de la población, aunque en muchos renglones y cadenas productivas no se satisfaga la demanda planificada, por las autoridades que rigen la política agrícola del país (28).



**Figura 7. Principales cultivos en los cuales se evaluaron los microorganismos biofertilizantes en Cuba (2008-2012).**

### PRINCIPALES MICROORGANISMOS

Se ha planteado que los microorganismos más comunes como biofertilizantes son *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* y microbios solubilizadores de fósforo, como *Pseudomonas* y *Bacillus* (29) y que

los de mayor uso en los cultivos de leguminosas en la mayor parte de los países son *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (15).

En la Tabla III, se relacionan los géneros de microorganismos biofertilizantes objetos de investigación en los últimos cinco años en Cuba, entre los principales géneros se encuentran *Glomus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Gluconoacetobacter* y *Pseudomonas*.

En el caso de otros microorganismos biofertilizantes se ha investigado muy poco, ha implicado el poco uso por parte de los agricultores, aparejado al escaso conocimiento, la pobre infraestructura y la falta de tecnología. Sin embargo, el uso de la tierra para la agricultura se incrementará para satisfacer las demandas de alimento en el período 2008-2017, según las perspectivas de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO). Por lo tanto, en vista a los altos precios de los fertilizantes de nitrógeno y fósforo, se deberán tomar acciones agronómicas para incrementar la toma de nutrientes por las plantas, y el uso de inoculantes microbianos es una de las alternativas, lo que estimula el desarrollo de los estudios sobre los microorganismos del suelo (30).

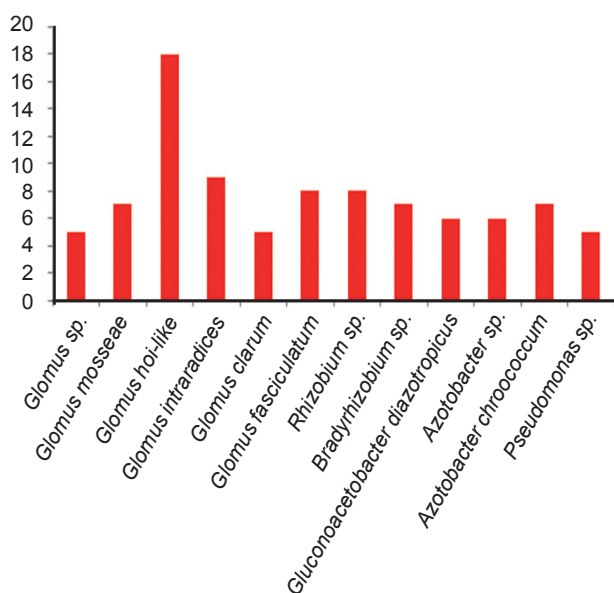
En Cuba, el estudio de los hongos del género *Glomus* adquirieron rápidamente importancia impulsados por el amplio espectro de plantas que llevan a cabo la simbiosis micorrízicas, y los beneficios que brindan esta relación a la planta, así como las ventajas tecnológicas que ofrece su producción (Figura 8).

Los primeros estudios micológicos comenzaron hacia 1970 en el Instituto de Ecología y Sistemática (IES) y a partir de 1988, en el INCA, comenzaron las investigaciones dirigidas hacia el uso y manejo de las asociaciones micorrízicas. En 1990 a 1994, el Grupo de Biofertilizantes del IES, se encargó de dirigir un programa nacional para la introducción del uso de las micorizas vesículo-arbusculares (MVA) en la agricultura cubana. En dicho plan llegaron a colaborar 22 instituciones científicas y cerca de 90 investigadores de todo el país. Además producen el inoculante micorrizógenos certificado MICOFERT, el cual se introduce actualmente en la práctica agroforestal. En 1995, comenzó el desarrollo de biofertilizantes basados en hongos micorrízicos arbusculares y en rizobacterias, y en el 2002 fue otorgada la patente para el ECOMIC. De ahí que, el desarrollo alcanzado en las investigaciones en ambas instituciones, las relaciones de colaboración y la experiencia en la aplicación de estos productos, tributen a que el género *Glomus*, sea en el cual se realicen mayor número de investigaciones dentro del período.



**Tabla III. Principales cultivos agrícolas en los cuales se estudiaron un mayor número de microorganismos biofertilizantes en el período 2008-2012.**

	Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	Col ( <i>Brassica oleracea</i> )	Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Caña ( <i>Saccharum officinarum</i> )	Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	Maíz ( <i>Zea mays</i> )	Café ( <i>Coffea</i> spp.)	Sorgo ( <i>Sorghum</i> spp.)	Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> )
<i>Glomus</i>	X				X	X	X	X	X
<i>Rhizobium</i>			X	X	X			X	X
<i>Sinorhizobium</i>						X		X	X
<i>Bradyrhizobium</i>						X		X	X
<i>Gluconoacetobacter</i>			X	X					
<i>Azospirillum</i>			X	X	X			X	
<i>Herbaspirillum</i>					X				
<i>Azotobacter</i>	X			X	X	X	X		
<i>Pseudomonas</i>		X	X	X	X			X	
<i>Sphingomonas</i>								X	
<i>Pantoea</i>				X					
<i>Acaulospora</i>	X							X	
<i>Gigaspora</i>	X								
<i>Scutellospora</i>	X								
<i>Bacillus</i>	X	X						X	
<i>Brevibacillus</i>								X	
<i>Paenibacillus</i>								X	
<i>Burkholderia</i>					X	X			
<i>Enterobacter</i>			X		X				
<i>Trichoderma</i>		X							
<i>Aspergillus</i>		X							
<i>Rhizopus</i>		X							
<i>Mucor</i>		X							
<i>Penicillium</i>		X							

**Figura 8. Principales microorganismos estudiados como biofertilizantes en Cuba (2008-2012).**

A pesar de los resultados que se han obtenido en Cuba en la investigación, producción y aplicación de biofertilizantes, se deben incrementar los esfuerzos de publicación, tanto en revistas nacionales como en revistas foráneas de alto impacto científico y social, de manera que se incremente la retroalimentación entre los científicos, así como en decisores y productores agropecuarios. Por otro lado, las políticas de ciencia e innovación deberán potenciar las investigaciones sobre biofertilizantes en la región oriental del país, en la cual el estudio de microorganismos nativos adaptados a condiciones estresantes de sequía o salinidad, permita arrojar resultados alentadores en la búsqueda de inoculantes eficientes en condiciones estresantes.

## CONCLUSIONES

- ◆ Existe una disminución de artículos sobre biofertilizantes en las revistas científicas cubanas durante el período 2008-2012 y el grueso de las investigaciones se concentra en la región occidental y central del país, con escasa participación de instituciones de la región oriental.

- ◆ Aún es limitada la colaboración con otros países en esta temática, Brasil y México resultaron los países de mayor colaboración con Cuba en las investigaciones sobre biofertilizantes en los últimos cinco años.
- ◆ Los cultivos agrícolas en los cuales se estudiaron un mayor número de microorganismos biofertilizantes en el período analizado, fueron el sorgo (*Sorghum bicolor* y *Sorghum vulgare*), arroz (*Oryza sativa*), col (*Brassica oleracea*), tomate (*Solanum lycopersicum*), caña (*Saccharum officinarum*), maíz (*Zea mays*), papaya (*Carica papaya*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*).
- ◆ Los microorganismos biofertilizantes de mayor nivel de estudio en el período fueron *Glomus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Gluconoacetobacter* y *Pseudomonas*.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a la Dra.C. Judith Licea de Arenas y Dr.C. Francisco Javier Valles Valenzuela de la Universidad Autónoma de México, su colaboración e importantes sugerencias para la mejora de este artículo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo, G.; Gregorí, Bárbara S.; Micheena, Georgina; Díaz de Villegas, M. Elena; Delgado, Grisel; Montano, Ramón; Cejas, Graciela y Gálvez, Luis O. Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA. *Rev. ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar*, 2007, vol. XLI, no. 3, pp. 42-51. ISSN 0138-6204.
2. Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, Rafael; Fey Govín, Luis y Ortega García, Marisel. Un siglo de investigaciones y comercialización de biofertilizantes en Cuba. *Agrotecnia de Cuba*, 2006, vol. 30, no. 2, pp. 79-90. ISSN 0538-3114.
3. Viñals, Mabel y Villar, J. Avances en la formulación y aplicación de inoculantes bacterianos de uso agrícola. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 4, pp. 9-17. ISSN 1819-4087.
4. Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, Rafael; Ortega García, Marisel; Ríos Rocafull, Yohania y Fey Gobín, Luis. Obtención de un biofertilizante mixto de amplio espectro de acción. Efecto sobre el cultivo de la rosa (*Rosa* spp.). *Agrotecnia de Cuba*, 2010, vol. 34, no. 1, pp. 33-43. ISSN 0538-3114.
5. Pentón, G.; Reynaldo, Inés; Medina, R. y Onono, G. Efecto de productos bioactivos combinados con el biopreparado microbiano *Azotofos* en el crecimiento de *Paspalum salam*. *Pastos y Forrajes*, 2010, vol. 33, no. 4, pp. 1-11. ISSN 2078-8452.
6. Álvarez, J. L., Núñez Sosa, Dania Bárbara; Liriano González, Ramón y Terence Monthy, Gerald. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*, 2012, vol. 39, no. 4, pp. 27-30. ISSN 2072-2001.
7. Martínez-Viera, R. y Dibut Álvarez, B. Utilización de nuevos paradigmas que permitan profundizar los conocimientos sobre las relaciones suelo-planta en condiciones tropicales. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 4, pp. 5-9. ISSN 1819-4087.
8. Hernández, M; Pereira, Madeline y Tang, M. Utilización de los microorganismos biofertilizantes en los cultivos tropicales. *Pastos y Forrajes*, 1994, vol. 17, no. 3, pp. 183-192. ISSN 2078-8452.
9. Rives, N.; Acebo, Yanelis y Hernández, Annia. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz (*Oryza saliva* L.). Perspectivas de su uso en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 2, pp. 29-38. ISSN 1819-4087.
10. Dibut Álvarez, B. Los biofertilizantes como complementos en la nutrición de los cultivos en el sistema de agricultura urbana. *Agrotecnia de Cuba*, 2008, vol. 32, no. 2, pp. 1-10. ISSN 0538-3114.
11. Martínez-Viera, R.; Dibut, Bernardo y Ríos, Yoania. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, pp. 27-31. ISSN 1819-4087.
12. Torrientes, D. Aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de la caña de azúcar. Perspectiva de su uso en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, pp. 19-26. ISSN 1819-4087.
13. Dibut Álvarez, B.; M-V, Rafael; Hernández Barrueta, Germán; López Gutiérrez, Mirtha; Martínez Cruz, Angélica; Bach Álvarez, Teresa; Rivera Espinosa, Ramón; Hernández Rodríguez, Annia; Fernández Martín, Félix; Medina Basso, Nicolás y Herrera, Ricardo A. Surgimiento y desarrollo en Cuba de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores. *Agrotecnia de Cuba*, 2011, vol. 35, no. 1, pp. 61-72. ISSN 0538-3114.
14. Kissing, L.; Pimentel, A. y Valido, María. Participatory soil improvement: A Cuban case study in fertility management. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 2, pp. 43-52. ISSN 1819-4087.
15. Martínez-Viera, R. y Dá, Bernardo. Biofertilizantes bacterianos. La Habana: Científico-Técnica. 2012. ISBN 978-959-05-0659-8.
16. Arenas, M.; Dovalina, María Pilar y Licea de Arenas, Judith. La investigación agrícola en América Latina y el Caribe desde una perspectiva bibliométrica. *Anales de Documentación*, 2004, vol. 7, pp. 29-38. ISSN 1697-7904.
17. Licea de Arenas, J.; Valles, Javier y Williams, David. Investigaciones Cubanas en Agricultura: Un enfoque bibliométrico. *Ciencias de la Información*, 1994, vol. 25, no. 3, pp. 136-141. ISSN 1606-4925.
18. Lozano Díaz, I. A. y Yaniris, R. S. Análisis de los índices H, G y R en el sector agropecuario cubano a través de Scopus, 2005-2009. *Anales de Documentación*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 1-17. ISSN 1697-7904.
19. Mesa, María Elena; Licea de Arenas, Judith y Morales Morejón, Melvin. Análisis cualitativo y cuantitativo de la producción documentaria de los científicos cubanos de la disciplina de las ciencias agropecuarias a través de las revistas científicas editadas por el MES. *Revista de Protección Vegetal*, 2003, vol. 18, no. 2, pp. 133-140. ISSN 2224-4697.

20. Torricela, R. G.; Van Hooydonk, G. V. y Araujo Ruíz, J. A. Citation Análisis of Cuban reserches. Part 1. A case study. *The Cuban Journal of Agricultural Science. Scientometrics*, 2000, vol. 47, no. 2, pp. 413-426. ISSN 1588-2861.
21. Suárez, J.; Armengol, Nayda; Ojeda, Alicia y Hernández, L. La revista Pastos y Forrajes y el cambio de paradigma en la ganadería: un estudio bibliométrico. *Pastos y Forrajes*, 2001, vol. 24, no. 4, pp. 357-369. ISSN 2078-8452.
22. Cuba. Resolución 59/2003 del CITMA: Reglamento sobre el Sistema de Certificación de Publicaciones Seriadas Científico-Tecnológicas. Gaceta Oficial de la República de Cuba, 31 de julio de 2003, vol. 27, pp. 422-424. ISSN 1682-7511.
23. González Guitián, M. V. y De Zayas P., María Rosa. Auditorías de conocimiento. Análisis de dominio en las bases de datos Scopus y Wok. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 2012, vol. 35, no. 1, pp. 17-25. ISSN 0120-0976.
24. Guerra Betancourt, K.; De Zayas P., María Rosa y González Guitián, María Virginia. Análisis bibliométrico de las publicaciones en el tema proyectos de innovación y su gestión en Scopus, en el período 2001-2011. *ACIMED*, 2013, vol. 24, no. 3, pp. 281-294. ISSN 1561-2880.
25. Lozano Díaz, Ivis Anette y Rodríguez Sánchez, Yaniris. Visibilidad Nacional de las Ciencias Agropecuarias Cubanas vistas a través de Cubaciencias, durante el período 2000-2008. *Biblios*, 2009, vol. 36, pp. 1-14. ISSN 1562-4730.
26. Bach Álvarez, Teresa y Ortega Delgado, Eduardo. XXIV Reunión Latinoamericana de Rhizobiología (RELAR) y Primera Conferencia Iberoamericana de Interacciones Beneficiosas Microorganismo-Planta-Ambiente "IBEMPA" 1. *Agricultura Orgánica*, 2009, vol. 2, pp. 20-1.
27. Robert, Terry L. A Summary of the Status of Biofertilizers. EUA: Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI). [en línea]. 20011. [Consultado: 2011]. Disponible en: <[http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/94cfd5a0ed0843028525781c0065437e/\\$FILE/00%20IPNI%20Biofertilizers %20Report%20110125.pdf](http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/94cfd5a0ed0843028525781c0065437e/$FILE/00%20IPNI%20Biofertilizers%20Report%20110125.pdf)>.
28. Dibut Álvarez, B. y Rodríguez Manzano, Arlene. Las biotecnologías hechas a la medida: un puente entre la biotecnología y la agroecología. Ejemplo de caso: Los biofertilizantes. *Agricultura Orgánica*, 2010, no. 2, pp. 43-5. ISSN 0717-4829.
29. Motsara, M. R. y Roy, R. N. Biofertilizer assay and production. In: Motsara, M. R. y R., R. N., editor. Guid to laboratory establishment for plant nutrient analysis. Italia: FAO. 2008. 204 pp.
30. Uribe, D.; S. N., Jimena y Vanegas, Javier. Role of Microbial biofertilizer in the Development of a Sustainable Agriculture in the Tropics. In: Dion, P., editor. *Soil Biology and Agricultural in the Tropic*. Berlin: Springer. 2010. 235 pp.

Recibido: 1 de septiembre de 2014

Aceptado: 6 de noviembre de 2014

#### ¿Cómo citar?

Peña Borrego, Maida D.; de Zayas Pérez, María R. y Rodríguez Fernández, Rosa M. La producción científica sobre biofertilizantes en Cuba en el período 2008-2012: un análisis bibliométrico de las revistas cubanas. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 1, pp. 44-54. ISSN 1819-4087. [Consultado: \_\_\_\_]. Disponible en: <-----/>.