

# 17

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: enero, 2022

## ANÁLISIS DE TENDENCIAS

DE I+D A TRAVÉS DE INDICADORES INFORMÉTRICOS EN LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, APLICADOS A LA AGRICULTURA

### ANALYSIS OF R & D TRENDS THROUGH COMPUTERIZED INDICATORS IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION MANAGEMENT SYSTEMS, APPLIED TO AGRICULTURE

Ileana Dayamina de la Cruz Santos<sup>1</sup>

E-mail: [innovacion@oc.minag.gob.cu](mailto:innovacion@oc.minag.gob.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8600-785X>

Pedro Pablo del Pozo Rodríguez<sup>2</sup>

E-mail: [pedro.delpozorodriguez@fao.org](mailto:pedro.delpozorodriguez@fao.org)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7620-4910>

<sup>1</sup>Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba.

<sup>2</sup>Consultor FAO. La Habana. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

De la Cruz Santos, I. D., & Del Pozo Rodríguez, P. P. (2022). Análisis de tendencias de I+D a través de indicadores informétricos en los sistemas de gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación, aplicados a la agricultura. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 165-178.

#### RESUMEN

El objetivo de este artículo es caracterizar el escenario actual de las tendencias en los sistemas de gestión de ciencia, tecnología e innovación, aplicados a la agricultura, durante el período 2000-2018, tanto a nivel nacional como internacional. Se emplearon técnicas bibliométricas y de visualización de información bibliográfica obtenida de la base de datos SCOPUS de Elsevier, período 2000-2018. Se identifican las instituciones de mayor índice de producción científica, autores más productivos, tipo de autoría, colaboración autoral, principales áreas de investigación, países líderes y revistas de mayor incidencia en la publicación. Las temáticas principales están orientadas hacia la construcción de modelos y sistemas de gestión del conocimiento y su aplicación práctica en entornos web. Se concluye además que las inversiones en I+D+i es un tema ampliamente abordado a nivel mundial en instituciones públicas, universidades, organizaciones no gubernamentales y la industria privada, no solamente en los países desarrollados sino también en países emergentes por los beneficios económicos y sociales reportados. La concepción del desarrollo a partir de las inversiones para innovación debe emerger desde el sector empresarial y no el presupuestado. En Cuba es imprescindible la transformación innovadora desde la ciencia como una práctica en todos los sectores de la economía.

**Palabras clave:** Estudios de tendencias, agricultura, indicadores bibliométricos, indicadores de ciencia e innovación, gestión de información y conocimiento.

#### ABSTRACT

The objective of this article is to characterize the current scenario of trends in science, technology and innovation management systems, applied to agriculture, during the period 2000-2018, both nationally and internationally. Bibliometric and visualization techniques were used for bibliographic information obtained from Elsevier's SCOPUS database, period 2000-2018. The institutions with the highest rate of scientific production, the most productive authors, type of authorship, author collaboration, main research areas, leading countries and journals with the highest incidence in the publication are identified. The main topics are oriented towards the construction of knowledge management models and systems and their practical application in web environments. It is also concluded that investments in R + D + i is a topic widely addressed worldwide in public institutions, universities, non-governmental organizations and private industry, not only in developed countries but also in emerging countries due to the economic benefits and social reports. The conception of development based on investments for innovation must emerge from the business sector and not the budgeted one. In Cuba, innovative transformation from science as a practice is essential in all sectors of the economy.

**Keywords:** Trend studies, agriculture, bibliometric indicators, science and innovation indicators, information and knowledge management.

## INTRODUCCIÓN

Las disciplinas métricas de la información constituyen herramientas de evaluación para las distintas áreas del conocimiento. Permiten conocer la producción científica de un determinado país, disciplina o tema, establecer indicadores de evaluación científica de un autor, departamento o universidad, tomar decisiones en el uso de recursos destinados a la investigación y el desarrollo, mejorar la gestión de centros de documentación y aumentar la eficiencia de la recuperación de la información. Entre estas disciplinas se encuentran la cienciometría, bibliometría, informetría, patentometría, webmetría y altimetría. En este proceso de búsqueda, análisis y procesamiento de información se accede a bases de datos científicas, bases de datos de patentes y repositorios, entre otras fuentes de información y se combina la utilización de agentes inteligentes, plataformas de vigilancia, minería de datos y normas para la gestión de la I+D+i, sistemas de vigilancia e inteligenciaa selección de los indicadores a utilizar en determinados estudios depende de múltiples factores y se complejiza por la gran variedad de propuestas existentes en la literatura científica sobre el tema y la aplicación de estos a diferentes casos de estudio. En la actualidad continúan evolucionando fundamentalmente en la medición del impacto científico desde el factor de impacto hasta los indicadores altmetrics, que miden la comunicación científica en la Web 2.0, de gran utilidad en la evaluación y gestión de la investigación (Peralta González, et al, 2015).

Para este estudio, los indicadores utilizados para el análisis del presente estudio bibliométrico son: productividad por autor, país, institución, año, tipología documental, publicaciones más representativas, tipo de autoría, colaboración autoral y co-ocurrencia de términos en el resumen (relación entre temáticas) tomando como premisa el incremento del papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo de la agricultura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de poder recopilar información sobre los sistemas de gestión de ciencia, tecnología e innovación en el plano internacional y nacional, y delinear un escenario al respecto, se procedió a realizar una búsqueda en la base de datos SCOPUS, en el periodo de 2000-2018, la cual devolvió un universo de 746 documentos de diferentes tipologías documentales, de ellos el 99.6 % en idioma inglés.

Una vez descargada la información, se realizó la revisión inicial y depuración de la misma, con el objetivo de normalizar los registros bibliográficos, para lo cual se utilizó

el gestor bibliográfico EndNote en su versión X7, pues permite la validación de duplicados, la agrupación de los registros y facilita el procesamiento intermedio de la información. De igual manera, se utilizó el programa Microsoft Excel 2013 para estructurar la información y así analizarla más fácilmente a través de filtros, tablas y gráficos dinámicos, en conjunto con el software Bibexcel 2017.

Posteriormente se procedió a realizar el análisis de la información a partir de la construcción de indicadores provenientes de las métricas seleccionadas. Para la visualización y análisis de los datos de las redes de la información se utilizó el paquete de software de UCINET 6 para Windows y su herramienta de visualización Netdraw y VosViewer versión 6.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad científica de los autores se determina utilizando la Ley bibliométrica de Lotka creada por Alfred Lotka desde 1926 según la cual es posible distribuir los autores en tres niveles de acuerdo a la cantidad de trabajos que posean. En un primer nivel se encuentran los “grandes productores”, cuya clasificación es asignada a los autores con 10 o más trabajos. El segundo nivel denominado “medianos productores” incluye los autores que tengan entre 2 y 9 trabajos y los “pequeños productores” con un solo trabajo. En la tabla 1 se muestra los niveles de productividad científica de 1829 autores de los artículos registrados en la base de datos en el período estudiado.

Tabla 1. Productividad de autores por niveles.

Niveles de Productividad	No. Autores	%
Grandes Productores (10 o más publicaciones)	1	0,05
Medianos Productores (de 2 a 9 publicaciones)	150	8,2
Pequeños Productores (1 publicación)	1678	91,7
Total	1829	100

Si bien de manera general un gran grupo de autores ha contribuido a la producción científica del campo, existe un solo autor que se destaca en la producción de conocimientos en esta área (Figura 1).



Figura 1. Productividad por autores. Elaboración propia

El autor más productivo es Rusli Haji Abdullah con 13 contribuciones que representan el 1,7%. Este autor trabaja como profesor en la Universidad Putra Malasia, en el Departamento de Ingeniería de Software y Sistema de Información. Con 7 trabajos cada uno, le siguen en orden los autores Dana Indra Sensuse y Elin Cahyaningsih, de la Universidad de Indonesia, y Kijpokin Kasemsap, de la Universidad Suan Sunandha Rajabhat de Tailandia.

El indicador de autoría permitió determinar el tipo de autoría que los investigadores prefieren utilizar para desarrollar su actividad científico-investigativa, que puede ser sencilla (un único autor) o múltiple (dos o más autores).

La Figura 2 muestra el comportamiento de la autoría en la producción científica objeto de estudio. Con un total de 746 contribuciones, se evidencia una mayor representatividad de artículos con autoría múltiple, para el 81% de la muestra; mientras que el 19% lo conforma la autoría simple. Este comportamiento demuestra una fuerte tendencia de los autores hacia las prácticas de colaboración en el desarrollo de sus investigaciones.

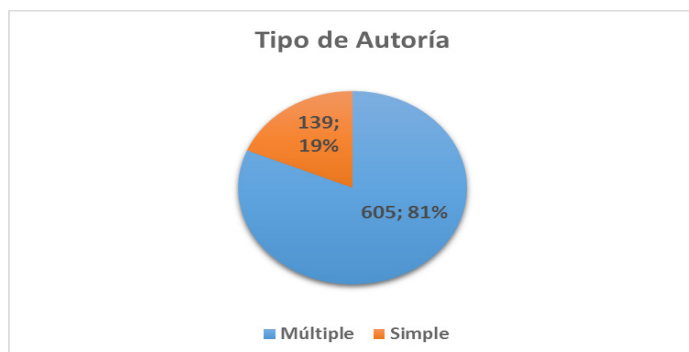


Figura 2. Tipo de Autoría.

La colaboración autoral entre los autores permite identificar sus tendencias investigativas y las afiliaciones que existen entre ellos. En la figura 3 se muestra en forma de red el estado de las relaciones entre los 1829 autores registrado, evidenciando la alta desconexión existente entre ellos, con el predominio de relaciones de 2 a 3 autores. El grosor de la línea responde a la intensidad y fortaleza entre los nexos colaborativos.

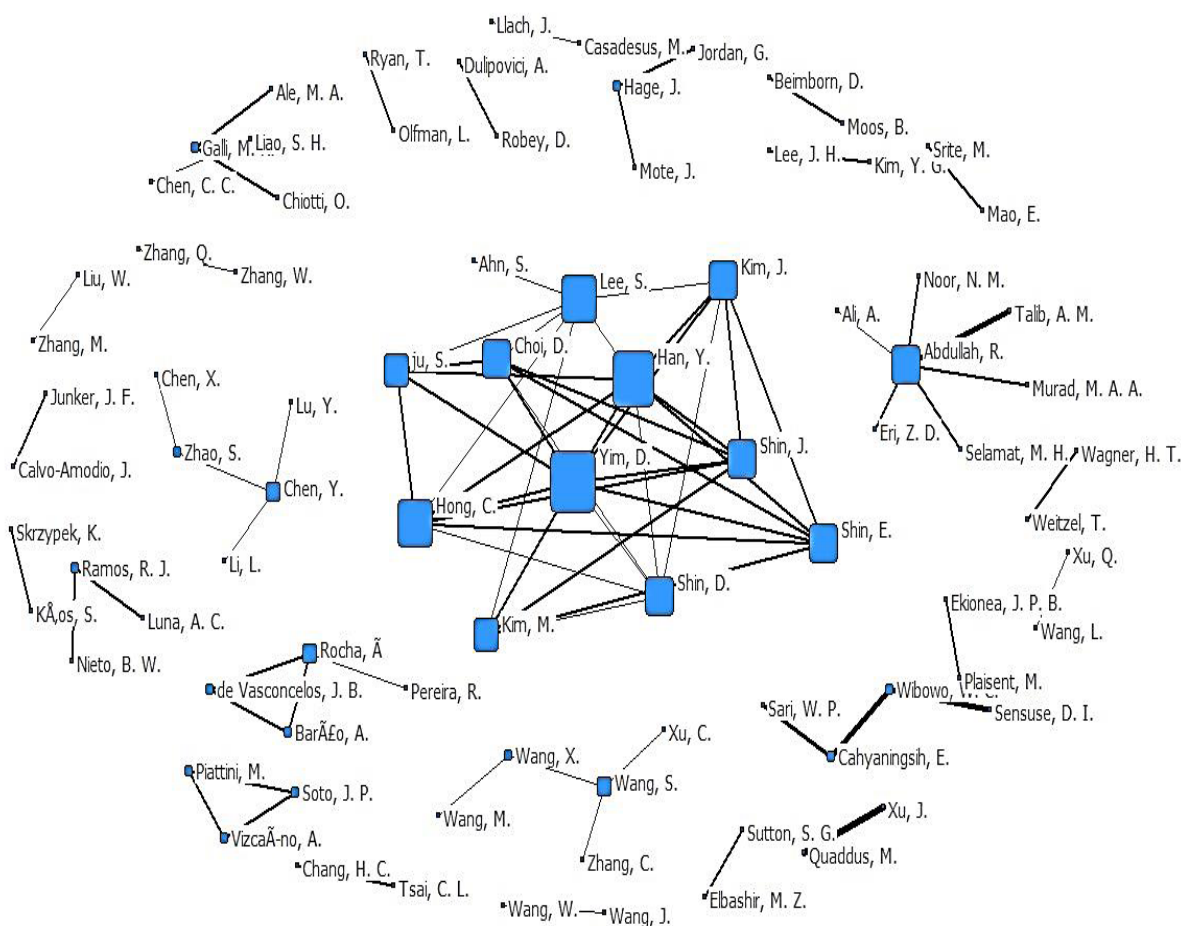


Figura 3. Red de Colaboración autorales  $\geq 2$ .

Clúster 1 (ubicado en el centro de la red) muestra mayor colaboración al estar integrado por 11 autores. Se identifican a Yim, D y Han, Y. como los autores más colaborativos de la red, los que a pesar de presentar sólo 2 trabajos cada uno, adquieren la distinción por ser trabajos de autoría múltiple conformados por 10 y 12 autores respectivamente.

Clúster 2 (ubicado en el extremo derecho), el nexo fundamental para establecer relaciones es Abdullah, R. Este autor presenta fuertes vínculos con Talib, A.M al presentar 4 trabajos en conjunto, cuyas temáticas principales están encaminadas a los Modelos de Gestión del Conocimiento y su aplicación en entornos web.

Clúster 3 (ubicado en la parte inferior del extremo derecho) está conformado por 4 autores. El autor Cahyaningsih E. colabora con Sari, W. P y Wibowo, W. C. y este último a su vez lo hace con Sensuse, D. I. El grosor de las líneas muestra los fuertes lazos de colaboración existente entre ellos.

Clúster 4 (ubicado en la parte inferior) está conformado por una díada de los autores Xu, J. y Quaddus, M. Ellos poseen 5 trabajos en conjunto cuya temática principal son los Sistemas de Gestión del Conocimiento y su aplicación práctica.

La productividad por países se refiere al número de artículos generados por país. De un total de 746 documentos, los países presentes en la Figura 4 han generado aproximadamente el 59,6 % de las publicaciones. Se identificó a China como el país con mayor representatividad en la producción científica de la muestra con 99 trabajos, que representan el 13%. El segundo lugar lo ocupa Estados Unidos con 65 trabajos, que representan el 8,7%.



Figura 4. Productividad por países.

En el caso de la productividad por institución se muestra en la tabla 2. Las universidades son las instituciones líderes en la publicación de artículos en el área objeto de estudio, con un total de 570 trabajos, para un 76% de la muestra. De un total de 455 instituciones, se destacan por su productividad la Universidad Putra Malasia y la Universidad Suan Sunandha Rajabhat con 7 documentos cada una, que representan el 1,5% de la muestra analizada.

Tabla 2. Productividad por institución.

Institución	País	Cantidad de publicaciones
Universidad Putra Malasia	Malasia	7
Universidad Suan Sunandha Rajabhat	Tailandia	7
Universidad de Gerona	España	6
Universidad Islámica de Azad	Irán	5
Universidad Southern Cross	Australia	4
Escuela de Negocios de Noruega	Noruega	4
Instituto de Tecnología de Beijing	China	4
Universidad Técnica de Riga	Letonia	4
Universidad de Teherán	Irán	4

La Universidad Putra Malaysia fue fundada originalmente en 1931 como Escuela de Agricultura, pero se estableció definitivamente en 1973. Es una de las universidades más antiguas de Malasia, con cerca de 18,500 estudiantes y un equipo académico de 2000 miembros. Adquiere carácter internacional al atraer al 70% de los estudiantes y al 40% del personal fuera de Malasia. Posee una prestigiosa posición en el mundo y es conocida por su Reputación Académica, Reputación del Empleador, Relaciones de la Facultad de Estudiantes, Facultad Internacional, Estudiantes Internacionales y Citaciones por Facultad. Además de la Facultad de Agricultura, cuenta con una Facultad de Silvicultura, de Medicina Veterinaria, de Ciencias Ganaderas y una Facultad de Estudios Ambientales.

La Universidad Suan Sunandha Rajabhat (SSRU) ofrece programas de pregrado, postgrado y doctorado a estudiantes de tiempo completo y parcial, con más de 80 campos de estudio, que conducen a títulos de educación superior oficialmente reconocidos en varias áreas de estudio entre ellos las ciencias agrícolas. Los estudiantes acceden al aprendizaje a través de sistemas en línea, e-learning, internet, intranet y servicios de campus inalámbricos. Desde 2005, la SSRU ha ampliado su cooperación académica con muchas organizaciones. Ha trabajado con agencias gubernamentales y empresas privadas para desarrollar personal y estudiantes, colabora académicamente con muchas universidades en Asia, Europa, América y Australia.



La Universidad de Gerona es una universidad pública de España. Forma parte de una alianza estratégica con la Universidad de las Islas Baleares, la Universidad de Perpiñán, la Universidad Pierre y Marie Curie y la Universidad de Lérida para formar el «Centro para la Investigación y la Educación Superior-Pirineos Mediterráneo». Además, junto con la Universidad de las Islas Baleares, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Instituto Catalán de Investigación del Agua impulsan el Campus Euromediterráneo del Turismo y del Agua (e-MTA), que en 2011 obtuvo la distinción de Campus de Excelencia Internacional. Cuenta con un Parque Científico y Tecnológico cuyo objetivo es acoger y dar apoyo a empresas, spin-offs y estructuras (a menudo estructuras mixtas universidad-empresa) relacionadas con la I+D+i, con la cual puede establecerse colaboración internacional en materia agraria.

La Universidad Islámica de Azad, con sede en Teherán, es la sexta universidad más grande del mundo. Fue fundada en 1982 y actualmente posee una matrícula de 1,7 millones de estudiantes. Desde su creación, ha crecido tanto física como académicamente para convertirse en una de las instituciones de educación superior más grandes a nivel global. Con los años, la IAU ha promovido la “educación superior para todos” como su objetivo principal. Tiene dos sucursales universitarias independientes y 31 estatales en todo Irán, y cuatro sucursales en otros países: los Estados Unidos de Norteamérica, el Reino Unido, el Líbano y Afganistán. Con los años, la universidad ha acumulado activos estimados en un valor de \$ 20-25 mil millones, también ampliamente reconocida por sus Facultades relacionadas con las ciencias agrarias.

La productividad por año se muestra en la Figura 5 con el comportamiento de la producción científica en el período del 2000 a 2018. Se evidencia estabilidad en la producción del 2000 al 2004, con valores entre 3 y 7 documentos por año. Las temáticas principales están encaminadas a la Gestión Integrada y los Sistemas Integrados de Gestión, la Gestión del Conocimiento y los Sistemas de Gestión del Conocimiento.



Figura 5. Productividad por año.

En el año 2005 se muestra un ascenso en la producción científica con 22 trabajos, lo que representa el 2,9% de la muestra total. Los trabajos tratan temas referentes a los Sistemas Integrados de Gestión, Sistemas de Gestión del Conocimiento y se enfocan fundamentalmente a su aplicación en diferentes contextos, ya sean la educación superior, investigaciones policiales, la aplicación de la ley, pequeñas, medianas y grandes empresas, proyectos de construcción, los servicios de extensión agrícola y en procesos comerciales, así como se incluyen trabajos que se refieren a la Gestión de la Calidad y su relación con la Gestión Integrada.

Del año 2011 al 2015, la producción científica fluctuó entre 47 y 69 trabajos, con ascensos y descensos durante ese período. Se continúan tratando temáticas relacionadas con los Sistemas Integrados de Gestión y su aplicación práctica. Se incorpora la innovación como uno de los tópicos principales en los trabajos del período, abordada desde diversas perspectivas: innovación organizacional, innovación radical, innovación empresarial, innovación tecnológica, innovación de servicios, innovación en las industrias creativas, innovación colaborativa, innovación sistémica, innovación cooperativa, entre otras, destacándose el 2011 como el exponente principal de los trabajos en este sentido.

A partir del 2016 se evidencia un crecimiento exponencial en la producción científica objeto de estudio, con un total de 115 trabajos, que representan el 15% de la muestra analizada. Este comportamiento se mantiene en el 2017 con 123 documentos, que representan el 16%. Los tópicos tratados están relacionados con los de los años precedentes, mostrándose una continuidad temática en los documentos y solo varían en algunos casos los escenarios en los que son analizados. Esto significa validación de mecanismos y procedimientos garantes de la evaluación y desarrollo del impacto y la pertinencia de la investigación generada función de las demandas, aspiraciones, tendencias y prioridades globales, nacionales, territoriales e institucionales.

La productividad por tipología documental se representa en la Figura 6.

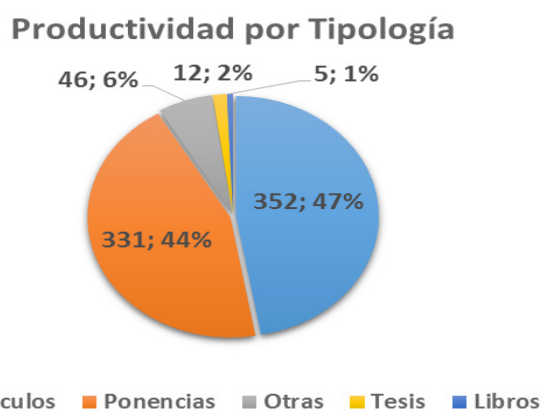


Figura 6. Productividad por tipología documental.

Estos resultados hacen algunas sinergias con otros trabajos publicados más recientemente sobre el panorama mundial de la gestión de conocimiento en el sector agropecuario (Flórez Martínez, 2019) donde se evidencia que las publicaciones en Gestión del Conocimiento en las ciencias agrícolas, presenta una dinámica sostenida con un crecimiento paulatino en el período, con excepción del año 2014 en SCOPUS y el año 2017 en WoS, siendo sus principales referentes Estados Unidos, China, Reino Unido, Colombia, Brasil así como también las organizaciones líderes afines al sector agropecuario, se destaca a la Universidad de Wageningen de los Países Bajos (Holanda), el INRA Institut National de La Recherche Agronomique (Francia), la Sveriges Lantbruksuniversitet (Suecia), principalmente; por Latinoamérica destaca la Universidad Nacional de Colombia. El propio estudio señala que en el área específica de Gestión del Conocimiento

se identifican procesos clave como la transferencia de conocimiento, creación de conocimiento, intercambio de conocimiento, aprendizaje organizacional, cultura organizacional e innovación. En temas afines al sector agropecuario y sus áreas de conocimiento, se identifican la sostenibilidad, el desarrollo sostenible, el cambio climático, la gestión forestal, la biodiversidad, la gestión de suelos, servicios ecosistémicos, entre otros. En tópicos integrados se puede evidenciar el conocimiento tradicional, la innovación en productos, el capital social, el emprendimiento, los sistemas de información, la gestión de proyectos, entre otros.

Continuando con el análisis anterior, la productividad por tipos de documentos ofrece como resultado un mayor predominio de artículos científicos con un total de 352, que representan el 47% de la muestra. Luego se destacan las ponencias con 331 documentos, que representan el 44%. Otras tipologías comprenden el 6% con 46 trabajos y en menor cuantía se encuentran las tesis, con 12 documentos (2%) y los libros, con 5 trabajos (1%). Esto demuestra que tanto la publicación de artículos científicos como las ponencias de eventos son los espacios que permiten el intercambio y la difusión de la producción de las comunidades científicas. Es amplio el tratamiento y la difusión de la temática por su importancia para el desarrollo de la gestión de los Sistemas de Ciencia y la Innovación Tecnológica.

La co-ocurrencia de términos en el resumen fueron contabilizados por su frecuencia de aparición con el uso del programa Bibexcel. El total de términos obtenido es de 16 118 antes del filtrado de términos vacíos. El análisis fue realizado con las palabras que presentan una frecuencia mayor o igual a 30, para una mejor visualización de los resultados. Bajo el umbral establecido se determinaron 104 términos, que representan el 5% del total de la muestra. Las visualizaciones de la red se realizaron en el software VOSviewer seleccionando la visualización denominada Density View.

La figura 7 muestra los términos con mayor número de repeticiones, posicionadas en la red en función de la frecuencia de aparición conjunta que presenten. La disposición en cada uno de los colores (rojo, amarillo y verde) indica la solidez o la emergencia de los términos analizados. Los posicionados en el color rojo, o zona caliente como también suele llamarse, constituyen los tópicos más consolidados en el campo objeto de estudio y los más cercanos al tono verde indican la emergencia en esta área de conocimiento.

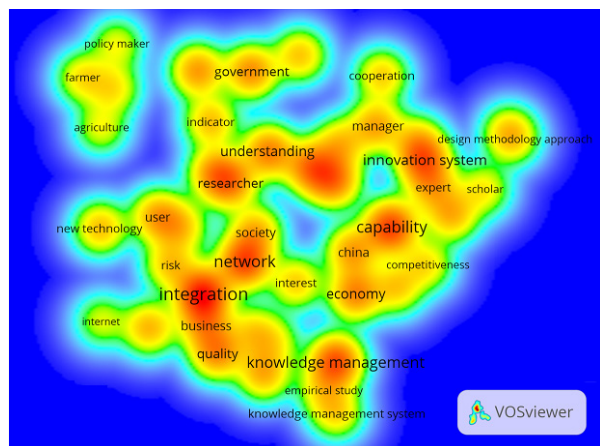


Figura 7. Co-ocurrencia de términos en el resumen.

Fuente: Leiden University (2021).

Entre los términos más abordados en la literatura objeto de estudio se encuentran: Integration (integración), Capability (capacidad), Innovation System (sistema de innovación) y Knowledge Management (gestión del conocimiento), ubicándose en las zonas con mayor predominio del color rojo. Esto está dado debido a que gran parte de los documentos analizados se enfocan fundamentalmente en temáticas referentes a la integración de los sistemas de gestión, los sistemas de innovación, la evaluación de capacidades de gestión, y la relación con la gestión del conocimiento. Estos resultados demuestran la multiplicidad de temáticas que abarca la muestra objeto de estudio, resaltando como eje fundamental la Gestión Integrada.

Luego de analizar los tópicos consolidados y emergentes, se ofrece la visualización de estos términos agrupados por 3 clúster, identificados de diferentes colores (rojo, verde azul) en la figura 8.

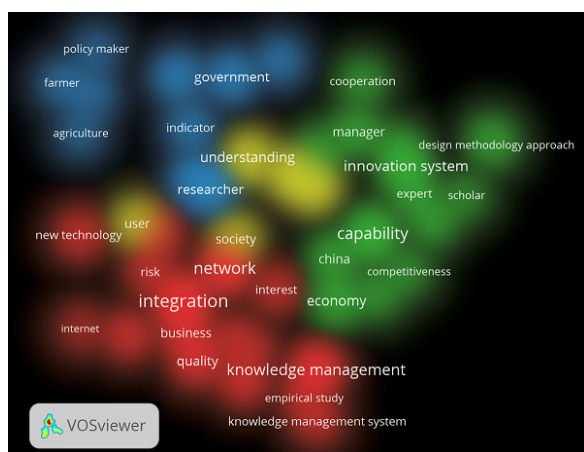


Figura 8. Co-ocurrencia de términos en el resumen.

Fuente: Leiden University (2021).

En el clúster rojo se identifican los términos relacionados con la integración, la calidad, las tecnologías, la gestión del conocimiento y los negocios. El clúster verde se enfoca en los sistemas de innovación, las capacidades, la cooperación, la competitividad y la economía.

En el clúster azul se muestran los términos relacionados con temas agrícolas, políticas e indicadores, investigación y temas de gobierno. Es válido resaltar que los tópicos tanto consolidados como emergentes de la muestra no se concentran en un área específica de la red, sino que están distribuidos por los diferentes clústeres que la conforman. Esto corrobora que los documentos analizados abordan diversas temáticas, pero a su vez están estrechamente vinculados, como se muestra en la siguiente figura 9.

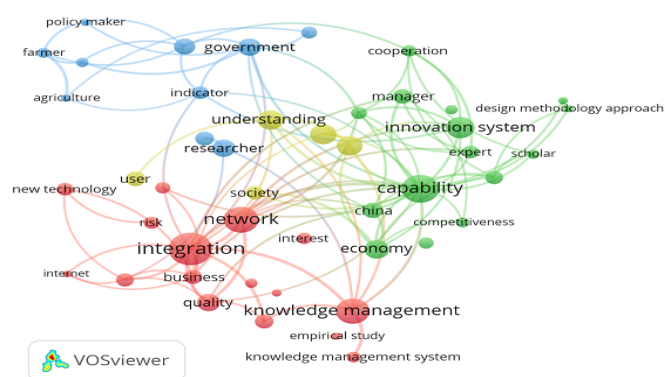


Figura 9. Mapa de interrelación de los términos en el resumen.

Fuente: Leiden University (2021).

Lo anterior constata la tendencia que se aprecia hacia el incremento del uso de la innovación agraria en la agricultura. Esta tendencia considera aspectos relacionados con la creciente demanda del uso de innovación y tecnología a nivel de sistemas productivos, y al incremento de la producción de productos transgénicos a nivel mundial como resultado de las investigaciones. Se evidencia un cierto consenso en que para cubrir la seguridad alimentaria en el 2030 y hacia el 2050 requerirá de nuevos conocimientos, innovación y usos de tecnologías que optimicen la producción agrícola. Queda claro que, a futuro, los niveles de productividad agrícola de cada país se verán reflejados en las inversiones que hace en Innovación y Desarrollo (Perú, 2015).

Por otra parte, resultados obtenidos por Abdrassilova (2016), citado por Pacheco-Almaraz, et al. (2021), muestran que el sector agroindustrial se aprecia como perspectiva para el desarrollo de la arquitectura agrícola moderna, desde un aspecto educativo, abordando la



temática de tipos de construcción posibles de desarrollar de acuerdo con la Especialización Agrícola y prácticas agrícolas, tales como complejos agroindustriales vinculados con plantas de producción y procesamiento, granjas urbanas objetos de agroturismo y asentamientos agrarios.

Otros estudios enfatizan que no solamente es facilitar los vínculos necesarios entre los sistemas, servicios y sectores que afectan los paisajes agrícolas sino analizar la organización de tecnologías combinadas, innovaciones sociales e institucionales en la agricultura. La comprensión de la gobernanza de las interacciones de los actores en la innovación, el papel de políticas de innovación y de estructuras de apoyo a la innovación como la investigación y la extensión agraria (Pigford, et al., 2018).

La Figura 10 muestra el crecimiento de inversión en investigación y desarrollo en el Sector Agricultura entre los años 1976 y 2000. Se observa a China e India como los países con mayor inversión en I+D; priorizando la investigación en cultivos y ganados.

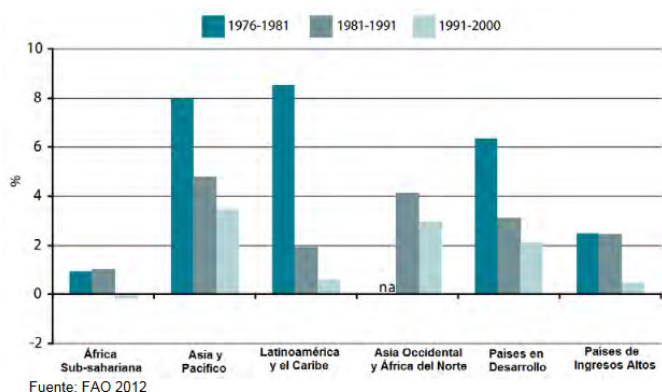


Figura 10. Tasas de Crecimiento Anuales de Inversión en I+D en el Sector Agricultura (Periodo 1976 - 2000).

Fuente: Perú. Comisión Sectorial de Planeamiento Estratégico del Sector Agricultura y Riego (2015).

En ALC el crecimiento de la inversión en I+D fue mayor al de Iberoamérica, alcanzando el 36%, cuyos valores variaron de casi 46 mil millones en 2009 a más de 62 mil millones de 2018. En el período, la principal fuente de financiamiento en I+D la realizó el gobierno, alcanzando el 57% del total. En contrapartida, la participación de las empresas es menor, financiando el 36% de la I+D. Se trata de una característica distintiva de los países de la región con respecto a países más desarrollados, en los que la inversión del sector empresas supera a la del gobierno. En cuanto al sector de ejecución de los recursos,

los tres sectores principales tienen una participación más distribuida. El gobierno ejecuta el 26% de los recursos, las empresas el 30% y el sector de educación superior el 43% (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana, 2020) (Figura 11).

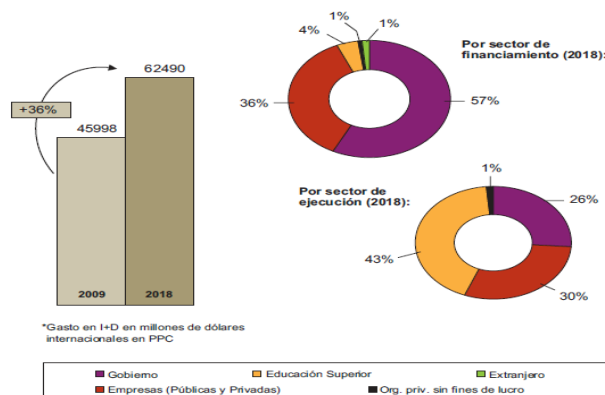


Figura 11. Distribución sectorial de la inversión en I+D en ALC.

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (2020).

En el contexto internacional el crecimiento de la inversión en I+D de ALC fue muy importante hasta 2015, habiendo sido superado solamente por Asia y África. Sin embargo, al existir un cambio de tendencia antes mencionado hace que ALC tenga una inversión en I+D estancada, mientras que la mayor parte del mundo sigue un sendero de crecimiento. La inversión en I+D de ALC en términos absolutos es considerablemente inferior a otros bloques como la Unión Europea o Estados Unidos y Canadá, demostrado también por otros estudios similares (Crespo-Gascón, et al., 2019, Marín-Velásquez, et al., 2021), reflejo de que aquellos países con revistas indexadas en SCOPUS y los que no tienen, en cuanto a variables relacionadas con las ciencias agrícolas: inversión en educación, producción científica, áreas protegidas, área selvática, número de vertebrados y número de vertebrados amenazados, con diferencias estadísticamente significativas explícitas entre los países con revistas indexadas en SCOPUS y los que no, en cuanto a: población, renta de los recursos naturales, inversión en I+D, y en la renta per cápita, siendo el valor de todas estas variables mayor para los países que tienen revistas indexadas en SCOPUS, los cuales mostraron una evolución de la inversión en I+D más moderada, aunque sostenida a lo largo de la serie (Figura 12).

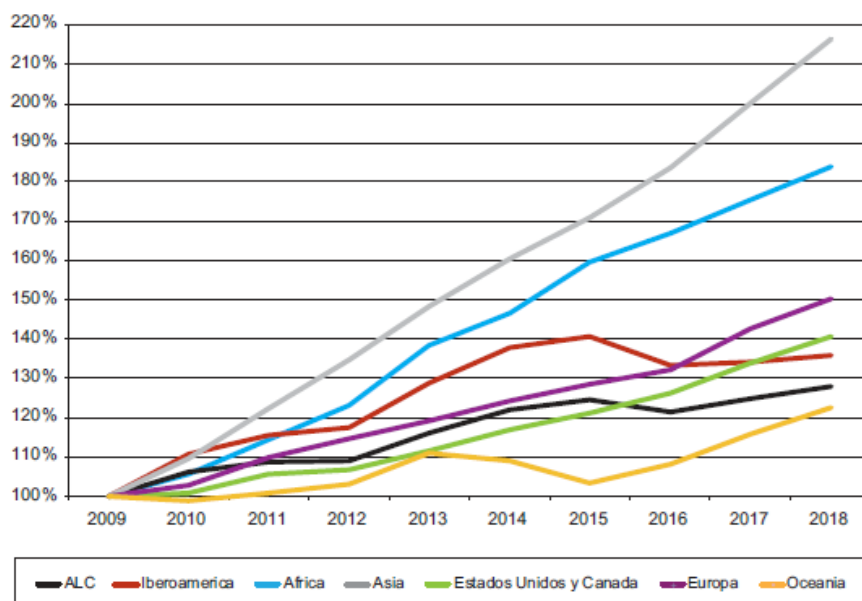


Figura 12. Evolución porcentual de la inversión en I+D en bloques geográficos seleccionados (dólares PPC).

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (2020).

Debido a que el desarrollo de la I+D depende de la inversión que destinen los gobiernos para su impulso, la producción científica en el área y el impacto y ubicación mundial de las revistas científicas, el número de revistas indexadas en las principales bases de datos internacionales, pueden estar influenciados por indicadores socioeconómicos, así como también por el incentivo que tengan los investigadores (Marín-Velásquez, et al., 2021).

La inversión en I+D en el conjunto de países de ALC representa el 2,8% del monto total invertido en el mundo, mientras que Iberoamérica es el 4%. Ambos bloques muestran una tendencia descendente en su participación en la I+D global en este período. Lo mismo ha ocurrido con los bloques de la Unión Europea y de Estados Unidos y Canadá. Esto está asociado al crecimiento del bloque de países asiáticos, que representa el 45,4% de la inversión a nivel mundial e impulsado, principalmente, por el crecimiento de la inversión en China, Japón, Israel y Corea (Figura 13).

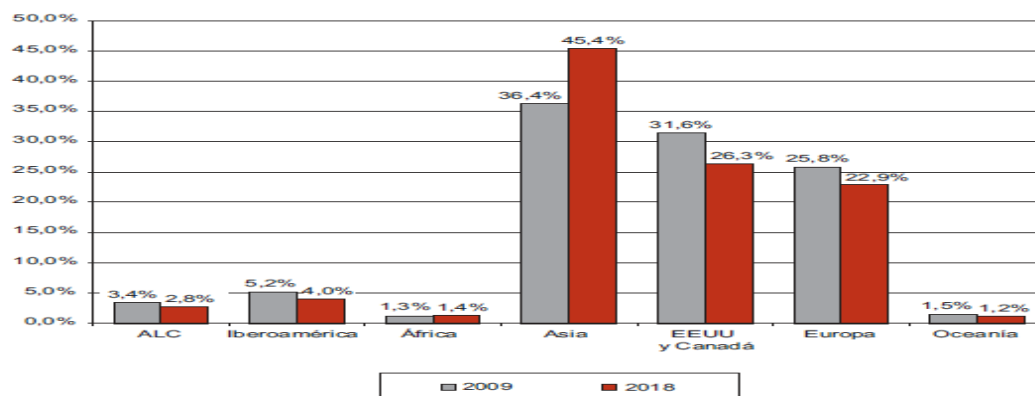


Figura 13. Distribución de la inversión mundial en I+D por bloques geográficos (dólares PPC).

Fuente: Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (2020).

En el caso de Cuba, el financiamiento a la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el período 2000-2020, se incrementó de 291 a 969 millones de pesos, acercándose al 1% del PIB, lo que constata la voluntad política del Estado de

desarrollar este sector. Los gastos corrientes han prevalecido, manteniéndose los de capital en el entorno del 12% (Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, 2019).

La participación del presupuesto estatal en el financiamiento se ha mantenido históricamente como fuente mayoritaria, no obstante, la contribución empresarial ha aumentado del 20 al 45% entre 2014 y 2018. El aporte del presupuesto ha oscilado entre 350 y 450 millones de pesos desde 2013, destinado esencialmente a la Investigación-Desarrollo, cuyo gasto representa cerca del 0.5% del PIB (Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2020).

Para el sector agrario cubano, el plan anual de Ciencia, Tecnología e Innovación ha incrementado de 19 millones 943 mil 400 MT (Moneda Total) en el año 2015, a 163 millones 818 mil 400 MT en el año 2020 (Figura 14).

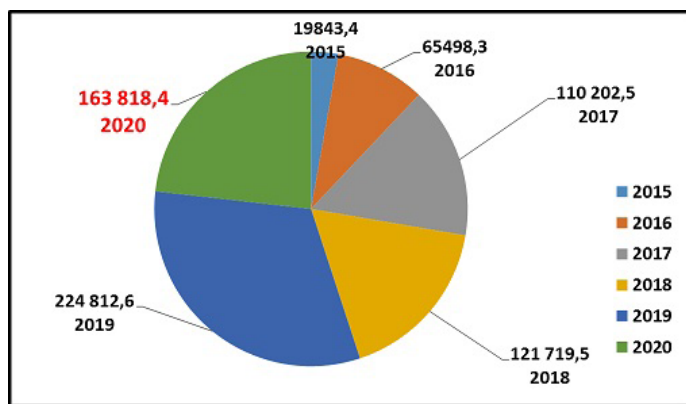


Figura 14. Financiamiento total por años destinados a las actividades de CTI en el sector agrario cubano.

Fuente: Cuba. Ministerio de la Agricultura (2020).

De manera general, este incremento del financiamiento total para estas actividades, ha estado acompañado por una disminución del presupuesto del estado e incremento del financiamiento empresarial hasta un 72,8% en el año 2020 (Figura 15), logrando así un mayor reconocimiento del sistema productivo a las actividades I+D+i y un impacto en su aplicación, aunque este aún resulte insuficiente.

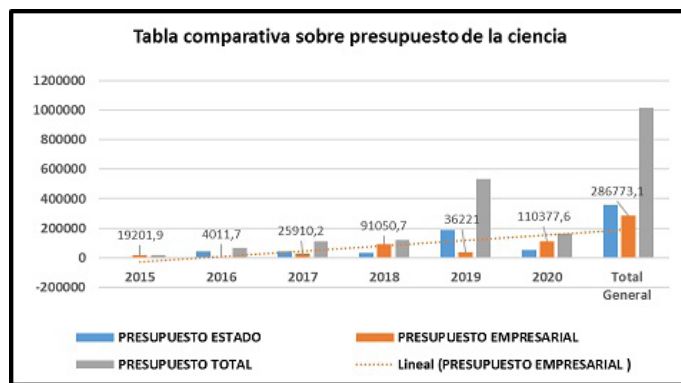


Figura 15. Participación del presupuesto del Estado y el financiamiento empresarial en las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Fuente: Cuba. Ministerio de la Agricultura (2020).

Es importante resaltar que, en el año 2020, el 85 % de los gastos del presupuesto del estado les corresponde a las entidades adscritas al Órgano Central (Estado) y el 15 % a las integradas a los grupos empresariales, siendo lo contrario en relación al financiamiento empresarial (Figura 16).

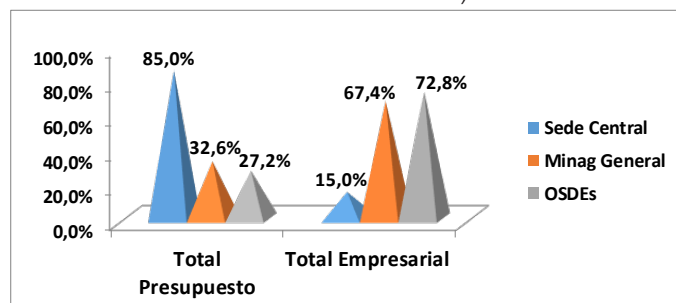


Figura 16. Comparación del porcentaje total del presupuesto del Estado y el financiamiento empresarial entre entidades adscritas al órgano Central del MINAG y las integradas a los Grupos Empresariales en el año 2020.

Fuente: Cuba. Ministerio de la Agricultura (2020).

Las nuevas tecnologías aplicadas en el sector agrícola desarrolladas sobre la base de la investigación científica son esenciales para elevar la productividad sin dejar de mantener e incluso mejorar la sostenibilidad de los

recursos naturales y el medio ambiente. Asimismo, la mejora de la calidad de productos agroalimentarios centra muchas de las investigaciones realizadas en la actualidad, encaminadas a la obtención de alimentos más saludables para una población cada vez más preocupada por su salud. Estos beneficios para la sociedad derivados de la investigación agrícola parecen estar haciendo mella en las instituciones, cada vez más propensas a realizar inversiones y promover incentivos relacionados con la I+D+i. Las instituciones públicas, universidades, organizaciones no gubernamentales y cada vez más la industria privada, son la piedra angular del sistema mundial de investigación agronómica (Sánchez Rodríguez, 2019).

La inversión en agricultura sostenible y sistemas alimentarios y en la población rural ha demostrado ser un acelerador del desarrollo sostenible eficaz para que los países alcancen múltiples ODS: erradicar la pobreza extrema, el hambre y la malnutrición; promover la gestión sostenible de los recursos naturales, incluidos la biodiversidad, pesca, bosques, tierra, suelos, agua y océanos; y atenuar los efectos del cambio climático, adaptándose a él y creando resiliencia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018, 2019). Para las empresas del sector agroalimentario, la inversión en investigación puede suponer, no sólo un aumento en la productividad de los cultivos, sino una mejora sustancial de la calidad de los productos hortofrutícolas. Las inversiones en este sector han hecho posibles los grandes avances tecnológicos que han promovido una mayor seguridad alimentaria en todo el mundo (Sánchez Rodríguez, 2019).

Para cubrir la seguridad alimentaria en el 2030 y hacia el 2050 se requerirá de nuevos conocimientos, innovación y usos de tecnologías como aceleradores del desarrollo sostenible y eficaz. Los niveles de productividad agrícola de cada país se verán reflejados en las inversiones en Innovación y Desarrollo realizadas. El reconocimiento de la importancia de la necesidad de aumentar las inversiones responsables en agricultura ha ido creciendo en los últimos años, y en particular, en el contexto de la pandemia por COVID-19. En este sentido, el pasado agosto el Parlamento Latinoamericano y Caribeño (PARLATINO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura lanzaron una declaración conjunta instando a gobiernos y parlamentarios de la región a promover un aumento de las inversiones responsables en la agricultura y los sistemas alimentarios mediante la aplicación de los Principios para la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios (principios CFS-RAI) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

De ahí que la estrategia de financiamiento asumida por el país y en particular de la CTI para la agricultura en Cuba en I+D+i esté dirigida a lograr su incremento desde el sector empresarial, similar al comportamiento de los países desarrollados visibilizado con anterioridad en la Figura 5 y maximizada por el Primer Secretario del Comité Central del Partido Comunista de Cuba y Presidente de la República de Cuba, el Dr. C. Miguel Mario Díaz-Canel Bermúdez, en la gestión del gobierno orientada a la innovación y en la puntualización de los tres pilares para el desarrollo del país: comunicación, ciencia e innovación e informatización (Díaz-Canel & Delgado, 2020; Díaz-Canel, et al., 2020).

En tanto la implementación de estrategias infotecnológicas para el sector agrario basadas en estudios de usuarios sobre consumo de información digital se torna imprescindible para incrementar la visibilidad, acceso y uso de las revistas de las ciencias agrarias cubanas en bases de datos con alto factor de impacto y el despliegue en paralelo de la ruta dorada del acceso abierto en revistas locales y regionales.

Se considera deben incorporarse y apropiarse los enfoques recientes sobre la conformación de ecosistemas de innovación agrícola (Pigford, et al., 2018), aspecto que puede ayudar a diseñar y respaldar desarrollo de nichos de innovación transfronterizos e intersectoriales, realizar actividades más colectivas e integradas de innovación en apoyo a las transiciones de sostenibilidad, y ayudar a promulgar la innovación agrícola orientada a la misión política.

La pertinencia del estudio se reporta en la toma de decisiones, identificación de nichos de colaboración y ejecución en la actualidad de 35 proyectos de colaboración y cooperación internacional para la I+D en el sistema de la agricultura que ascienden a un monto total 185 millones 471 mil dólares, en todos participan en mayor o menor medida las Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación de todos los Organismos de la Administración Central del Estado, siendo en la mayoría de los casos la entidad coordinadora. Estos proyectos están dirigidos fundamentalmente a: apoyar la creación de capacidades de gestión y manejo sostenible de fincas forestales, la biodiversidad y el uso de fuentes renovables de energía (6 proyectos), Sistema de Extensión Agraria para la producción de granos y arroz (4 proyectos), fortalecer la producción agropecuaria dirigida a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad (13 proyectos), producción de café, cacao, miel, carbón vegetal, hortalizas, flores y plantas medicinales (7 proyectos) e incrementar la producción de carne y leche vacuna con 6 proyectos (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2020).



La mayor parte de los fondos no reembolsables para la ejecución de estos proyectos son aportados por: la Unión Europea, la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de Suiza, la Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo, Agencia de Cooperación Italiana y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Se destaca el aporte del Gobierno de Vietnam en la cooperación bilateral. La mayor parte de los proyectos están implementándose a través de Agencias del Sistema de Naciones Unidas y ONG.

En el plan presentado al MINCEX para el año 2021 se ejecutan en la actualidad un total de 42 proyectos, con un monto a ejecutar de 48 millones 724 mil 760 dólares. De ellos 39 proyectos financiados a partir de donaciones y 3 a partir de créditos blandos. Las importaciones previstas ascienden a 43 millones 305 mil 900 dólares y las inversiones a 37 millones 581 mil 650 dólares. En proceso de elaboración nuevos proyectos, incluidos los de colaboración científica con China y Rusia.

El estudio da origen también a la conformación de un Programa de Colaboración Internacional, aprobado en octubre del 2019, como parte del Programa Indicativo Multianual 2014-2020 de la Unión Europea: Programa País “Apoyo Estratégico a la Seguridad Alimentaria Sostenible en Cuba” (SAS-Cuba). Inversión en I+D+i que realizará Cuba de seis años de duración (2019-2025) con apoyo e implementación por el MINAG, el PNUD y la FAO con la participación de otras entidades nacionales como el Ministerio de la Industria Alimentaria, Ministerio de Comercio Interior, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Ministerio de Educación Superior, Ministerio de Salud Pública; Ministerio de Economía y Planificación e Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, con roles muy relevantes para abordar la producción local de alimentos desde un enfoque sistémico. Su objetivo es contribuir a la implementación del Programa de Autoabastecimiento Alimentario desde tres dimensiones: apoyo a la construcción de políticas y formas de gestión, fortalecimiento de las capacidades locales para producir alimentos diversificados, inocuos y sanos y la gestión del conocimiento y la ciencia para favorecer los sistemas de innovación a nivel local.

## CONCLUSIONES

Las instituciones con mayores producciones científicas corresponden a la Universidad Putra Malasia, la Universidad Suan Sunandha Rajabhat de Tailandia, seguidas de Universidad de Gerona en España y la Universidad Islámica de Azad, con sede en Teherán. Rusli Haji Abdullah de la Universidad Putra Malasia es el autor más productivo. Razones por las cuales se recomienda

utilizar los resultados cualitativos de este estudio para la localización de documentos como soporte a posteriores investigaciones relacionadas con esta temática en las ciencias agrarias.

Los análisis realizados revelan que las temáticas principales están orientadas hacia la construcción de modelos y sistemas de gestión del conocimiento y su aplicación práctica en entornos web. Por ello es indispensable la concepción de estrategias infotecnológicas, diseñar e implementar un sistema de información y comunicación para las ciencias agrarias cubanas y su observatorio científico tecnológico, así como continuar trabajando colateralmente para un mejor posicionamiento de las publicaciones cubanas del sector en revistas de alto factor de impacto.

Las inversiones en I+D+i es un tema recurrente, ampliamente abordado a nivel mundial donde las instituciones públicas, universidades, organizaciones no gubernamentales y cada vez más la industria privada, no solamente en los países desarrollados sino también en países emergentes por los beneficios económicos y sociales reportados, por ende, su importancia y búsqueda de financiamiento para el sector primario de la economía, la agricultura como su sostén básico.

La concepción de ese desarrollo a partir de las inversiones para innovación debe emerger desde el sector empresarial y no el presupuestado. Para el caso Cuba apremia verse con una visión de transformación innovadora desde la ciencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdrasilova, G. (2016). The agro-industrial sector as a perspective direction for the development of Kazakhstan architecture: An educational aspect. *Global Journal of Engineering Education*, 18(3).
- Crespo-Gascón, S., Tortosa, F. S., & Guerrero-Casado, J. (2019). Producción de revistas científicas en América Latina y El Caribe en SCOPUS, Journal Citation Reports y Latindex en el área de los recursos naturales: su relación con variables económicas, ambientales, y de inversión en investigación. *Revista Española de Documentación Científica*, 42(1).
- Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2020). Prontuario 2019-2020. Actividad rectora. CITMA.



- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2020). Informe del desarrollo de las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación presentado al Consejo de Dirección. Dirección de Ciencia, Técnica, Innovación y Medio Ambiente.
- Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas e Información. (2019). Anuario Estadístico de Cuba. ONEI. <http://www.onei.gob.cu/node/15008>
- Díaz-Canel, M., & Delgado, M. (2020). Modelo de Gestión del gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 46(1).
- Díaz-Canel, M., Núñez, J., & Torres, C. (2020). Ciencia e innovación como pilar de la gestión de gobierno: un camino hacia los sistemas alimentarios locales. *COODES*, 8(3).
- Flórez Martínez, D.H. (2019). Gestión de conocimiento en el sector agropecuario: una aproximación a las dinámicas mundiales. Reporte técnico. <https://www.researchgate.net/publication/336281532>
- Leiden University. (2021). VOSviewer. Visualizing scientific landscapes. <https://www.vosviewer.com/>
- Marín-Velásquez T. D.; Arrojas-Tocuyo, D. D. J. (2021). Revistas científicas de América Latina y el Caribe en SciELO, SCOPUS y Web of Science en el área de Ingeniería y Tecnología: su relación con variables socioeconómicas. *Revista Española de Documentación Científica*, 44 (3).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). FAOSTAT Database, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028, OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.1787/7b2e8ba3-es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Seminario virtual: Hacia una docencia universitaria mundial transformadora: Los principios para la inversión responsable en la agricultura y los sistemas alimentarios. <http://www.fao.org/in-action/responsible-agricultural-investments/news/detail/es/c/1310644/>
- Pacheco-Almaraz, V.; Palacios-Rangel, M. I., Martínez-González, E., Vargas-Canales, J. M., Ocampo-Ledesma, J. G. (2021). La especialización productiva y agrícola desde su análisis bibliométrico (1915-2019). *Revista Española de Documentación Científica*, 44 (3).
- Peralta González, M. J., Frías Guzmán, M., & Gregorio Chaviano, O. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 26(3), 290-309.
- Perú. Comisión Sectorial de Planeamiento Estratégico del Sector Agricultura y Riego (2015). *Análisis de tendencias que impactan en la agricultura*. 208 pág.
- Pigford, E. A., Hickey Gordon, M., & Klerkx, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, (164), 116–121.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana. (2020). *El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos Interamericanos 2020*. [http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/02/EIEstadoDeLaCiencia\\_2020.pdf](http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/02/EIEstadoDeLaCiencia_2020.pdf)
- Sánchez Rodríguez, E. (2019). La importancia de la I+D+i en el sector agrícola: una apuesta segura. [http://www.gisalimentario.es/empresas-agroalimentarias/reportajes/la-importancia-de-la-idi-en-el-sector-agricola-una-apuesta-segura\\_354\\_36\\_416\\_0\\_1\\_in.html](http://www.gisalimentario.es/empresas-agroalimentarias/reportajes/la-importancia-de-la-idi-en-el-sector-agricola-una-apuesta-segura_354_36_416_0_1_in.html)