

Perspectivas científicas del agro

Serie de documentos de trabajo

Tendencias en investigación internacional y nacional en tomate (*Solanum Lycopersicum*)

Carlos Alberto Contreras Pedraza
Diego Hernando Flórez Martínez
Maria Esperanza Mora Niviayo
Alexis Morales Castañeda





Tendencias en investigación internacional y nacional en tomate (Solanum Lycopersicum)

Autores

Carlos Alberto Contreras Pedraza

Diego Hernando Flórez Martínez

Maria Esperanza Mora Niviayo

Alexis Morales Castañeda

Mosquera, septiembre de 2020

La elaboración de este documento se deriva de las acciones de monitoreo y seguimiento de información científica, desarrollados por el Departamento de Inteligencia Científica y Tecnológica de la Dirección de Investigación y Desarrollo de Agrosavia.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047, Colombia.


<p>Citación sugerida: Contreras Pedraza, C. A., Flórez Martínez, D. H., Mora Niviayo, M. E. & Morales Castañeda, A. (2020). <i>Tendencias en investigación internacional y nacional en tomate (Solanum Lycopersicum)</i>. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).</p> <p>DOI: 10.21930/agrosavia.vigilanciainvestigativa.2020.1</p> <p>Línea de atención al cliente: 018000121515 atencionalcliente@agrosavia.co http://www.agrosavia.co</p>  <p>https://co.creativecommons.org/?page_id=13</p>	<p>Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.</p>
---	--

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	11
1. Generalidades y metodología	11
2. Manejo de enfermedades	15
2.1. Indicadores de impacto y actividad.....	15
2.1.1. Indicadores de actividad	15
2.1.2. Indicadores de Impacto	18
2.2. Indicadores de coocurrencia	20
2.3. Indicadores de coocurrencia	25
3. Manejo de plagas	27
3.1. Indicadores de impacto y actividad coocurrencia	27
3.1.1. Indicadores de actividad	28
3.1.2. Indicadores de impacto	31
3.2. Indicadores de coocurrencia	33
3.3. Análisis documentos referentes	38
4. Manejo de suelos.....	43
4.1. Indicadores de impacto y actividad.....	43
4.1.1. Indicadores de actividad	43
4.1.2. Indicadores de impacto	46
4.2. Indicadores de coocurrencia	48
4.3. Análisis documentos referentes	53
5. Tierras.....	56
5.1. Indicadores de actividad e impacto	56
5.1.1. Indicadores de actividad	56
5.1.2. Indicadores de impacto	59
5.2. Análisis de patentes	61
5.3. Indicadores de coocurrencia	62
6. Material de Siembra y Mejoramiento genético.....	67
6.1. Indicadores de actividad e impacto	67
6.1.1. Fuentes de consulta.....	71

6.1.2.	Autores.....	73
6.1.3.	Afiliaciones.....	77
6.1.4.	Países.....	79
6.1.5.	Documentos.....	81
	Rewiring of the Fruit Metabolome in Tomato Breeding.....	81
6.1.6.	Palabras clave.....	85
6.2.	Indicadores de coocurrencia.....	86
6.2.1.	Mapa temático.....	86
6.2.2.	Análisis dendométrico.....	88
6.3.	Análisis de redes.....	90
6.4.	Análisis de documentos referentes.....	94
7.	Poscosecha y transformación.....	97
7.1.	Indicadores de actividad e impacto.....	98
7.1.1.	Fuentes de consulta.....	102
7.1.2.	Autores.....	104
7.1.3.	Afiliaciones.....	108
7.1.4.	Países.....	109
7.1.5.	Documentos.....	112
7.1.6.	Palabras clave.....	117
7.2.	Indicadores de coocurrencia.....	118
7.2.1.	Mapa temático.....	118
7.2.2.	Análisis dendométrico.....	120
7.3.	Análisis de redes.....	121
7.4.	Análisis de documentos referentes.....	127
8.	Agricultura Protegida.....	130
8.1.	Indicadores de impacto, actividad y coocurrencia.....	131
8.1.1.	Indicadores de Actividad.....	131
8.1.2.	Indicadores de Impacto.....	134
8.2.	Análisis de patentes.....	136
8.3.	Indicadores de coocurrencia.....	137

Lista de Tablas

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda y número de registros recuperados	13
Tabla 2. Indicadores de impacto generales del corpus	18
Tabla 3. Indicadores de actividad 2 - Manejo plagas en tomate.....	30
Tabla 4. Indicadores de impacto generales del corpus	31
Tabla 5. Indicadores de actividad 2 (Enfermedades Tomate)	45
Tabla 6. Indicadores de impacto generales del corpus	46
Tabla 7. Indicadores de actividad 2 (Tierra-Tomate)	58
Tabla 8. Indicadores clave de impacto	59
Tabla 9. Indicadores de impacto generales del corpus	69
Tabla 10. Autores más productivos y citados en el corpus.....	74
Tabla 11. Documentos más citados.	81
Tabla 12. Indicadores de impacto generales del corpus	100
Tabla 13. Autores más productivos y citados en el corpus.....	105
Tabla 14. Documentos más citados.	112
Tabla 15. Indicadores de actividad 2 – Agricultura Protegida.....	133
Tabla 16. Indicadores clave de impacto	134

Lista de Figuras

Figura 1. Diseño metodológico de la vigilancia científica	12
Figura 2. Indicadores de actividad (Manejo de enfermedades - tomate).....	16
Figura 3. Indicadores de actividad 2 (Enfermedades Tomate)	17
Figura 4. Nube de palabras relacionadas con manejo de plagas en tomate	20
Figura 5. Gráfico Sankey	21
Figura 6. Mapa temático	23
Figura 7. Red de Coocurrencia de tópicos clave	24
Figura 8. Indicadores de actividad – Manejo plagas tomate.....	29
Figura 9. Nube de palabras relacionadas con manejo de plagas en tomate	33
Figura 10. Gráfico Sankey	34
Figura 11. Mapa temático	35

Figura 12. Red de Coocurrencia de tópicos clave	37
Figura 13. Indicadores de actividad (Suelos - tomate)	44
Figura 14. Nube de palabras relacionadas con suelos en tomate	48
Figura 15. Gráfico Sankey	49
Figura 16. Mapa temático	51
Figura 17. Red de Coocurrencia de tópicos clave	52
Figura 18. Indicadores de actividad (Tierras-Tomate)	57
Figura 19. Evoluciones principales términos	61
Figura 20. Patentes (Tierra-Tomate)	62
Figura 21. Gráfico Sankey Coocurrencia.....	63
Figura 22. Gráfico temático MCA	64
Figura 23. Gráfico Red Coocurrencia	65
Figura 24. Dinámica de publicaciones	67
Figura 25. Ley de Solla-Price para el conocimiento científico en material de siembra y mejoramiento genético	68
Figura 26. Gráfico Sankey Tópicos-Instituciones-Países	71
Figura 27. Principales fuentes de consulta	72
Figura 28. Ley de Lotka	73
Figura 29. Acoplamiento bibliográfico de autores (colegios invisibles)	77
Figura 30. Instituciones líderes.....	78
Figura 31. Análisis de países referentes	79
Figura 32. Red de cooperación de países.....	80
Figura 33. Espectroscopía de referencias	83
Figura 34. Nube de palabras clave y abstracts.....	86
Figura 35. Mapa temático material de siembra y mejoramiento genético.....	87
Figura 36. Dendograma.....	89
Figura 37. Red de coocurrencia de palabras clave	90
Figura 38. Red de coocurrencia de textos claves en títulos y resúmenes.....	92
Figura 39. Análisis complementario de focalización (mapa de calor)	93
Figura 40. Dinámica de publicaciones	98

Figura 41. Ley de Solla-Price para el conocimiento científico en poscosecha del tomate 99

Figura 42. Gráfico Sankey Tópicos-Instituciones-Países 102

Figura 43. Principales fuentes de consulta 103

Figura 44. Ley de Lotka 104

Figura 45. Acoplamiento bibliográfico de autores (colegios invisibles) 108

Figura 46. Instituciones líderes 109

Figura 47. Análisis de países referentes 110

Figura 48. Red de cooperación de países 111

Figura 49. Espectroscopía de referencias 115

Figura 50. Nube de palabras clave y abstracts 117

Figura 51. Mapa temático Poscosecha y Transformación de tomate 118

Figura 52. Dendograma 121

Figura 53. Red de coocurrencia de palabras clave 122

Figura 54. Red de coocurrencia de textos claves en títulos y resúmenes 124

Figura 55. Análisis complementario de focalización (mapa de calor) 126

Figura 56. Indicadores de actividad Agricultura protegida (Tomate) 132

Figura 57. Evoluciones principales términos 136

Figura 58. Patentes Agricultura protegida (Tomate) 136

Figura 59. Gráfico Sankey Agricultura protegida (Tomate) 137

Figura 60. Mapa Temático Agricultura protegida (Tomate) 138

Figura 61. Red de Coocurrencia de tópicos clave Agricultura Protegida (Tomate) 140

Autores

Carlos Alberto Contreras Pedraza, M.Sc.

ORCID: [0000-0001-7138-2147](https://orcid.org/0000-0001-7138-2147)

Profesional en Ingeniería Industrial, Magíster en Ingeniería Agrícola y estudios en Magister en Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador Master Asociado de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA y Coordinador de Inteligencia Científica de la misma. Experiencia en investigación y ejecución de proyectos en el área de gestión tecnológica, gestión de conocimiento y direccionamiento estratégico de sectores productivos. Ha desarrollado proyectos con la Universidad Nacional de Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, AGROSAVIA, La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial - COTECMAR, Cámara de Comercio de Cartagena, Universidad Tecnológica de Bolívar, entre otras. Conocimiento y habilidad en el desarrollo de ejercicios de vigilancia tecnológica y comercial, benchmarking, diagnóstico tecnológico, prospectiva, desarrollo de indicadores en CTI, entre otros. Experiencia en estudios estratégicos para cadenas productivas agroindustriales, manejo de bases de datos de información científica y comercial, elaboración y actualización de indicadores de CTI para el sector agropecuario, al igual herramientas informáticas básicas y especializadas en el campo de la vigilancia tecnológica y comercial.

Diego Hernando Flórez Martínez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1246-6513>

Ingeniero Químico, Máster en Ingeniería Industrial, MBA en Transformación Digital y Doctor en Ingeniería - Industrias y Organizaciones (Ph.D.). Investigador Asociado reconocido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y Jefe del Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. Sus principales áreas de investigación comprenden la gestión del conocimiento, la gestión de la innovación, la gestión de la tecnología, la inteligencia competitiva, la vigilancia tecnológica, la cienciometría, los estudios de ciencia para la ciencia, el análisis de las cadenas de valor de la agricultura, la hoja de ruta tecnológica, el benchmarking, el análisis cualitativo de las políticas públicas y la prospectiva tecnológica. Durante más de 10 años, ha trabajado en el diseño, la aplicación y la evaluación de metodologías para la planificación estratégica del sector agroindustrial, agendas de investigación, proyectos de I+D, evaluación de la investigación, cartografía científica, modelización de cadenas de valor, tendencias y análisis de megatendencias.

Maria Esperanza Mora Niviayo

Correo: memora@agrosavia.co

Economista con Maestría en Inteligencia de Negocios y experiencia como Profesional en la Coordinación de Divulgación Científica en el Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica y Tecnológica de Agrosavia con experiencia en análisis, interpretación y comunicación de datos para respaldar la toma de decisiones estratégicas. Su experiencia incluye el diseño y ejecución de estrategias de divulgación científica, donde se han desarrollado indicadores clave, evaluación de tendencias e identificación de oportunidades para mejorar la socialización de resultados.

Alexis Morales Castañeda

ORCID: [0000-0003-1246-6513](https://orcid.org/0000-0003-1246-6513)

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, con experiencia en vigilancia científica y tecnológica, inteligencia competitiva, análisis de redes de investigación, información de propiedad intelectual y redacción de patentes. Su trabajo se ha enfocado en el análisis de información bibliográfica y procesamiento con software de análisis bibliométrico con el fin de contribuir al análisis de tendencias en investigación, desarrollo e innovación para el sector agropecuario.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de estudio es identificar a través de la vigilancia científica y tecnológica cómo herramienta para la gestión de información especializada, las tendencias en investigación en el entorno mundial y nacional para tomate, abarcando siete temáticas clave: manejo de enfermedades, manejo poscosecha, mejoramiento genético y propagación, manejo de suelos, manejo de plagas, agricultura protegida y gestión de tierras.

El documento se estructura en cinco secciones, correspondientes con el uso e implementación de herramientas para el tratamiento y análisis de la información científica disponible en las bases de datos especializadas. Las secciones son a saber: i) Generalidades y metodología; ii) indicadores de impacto del objeto de estudio; iii) análisis cuantitativo; iv) paisajes científicos y Clústerización; y, v) Análisis de patentes para algunas temáticas.

1. Generalidades y metodología

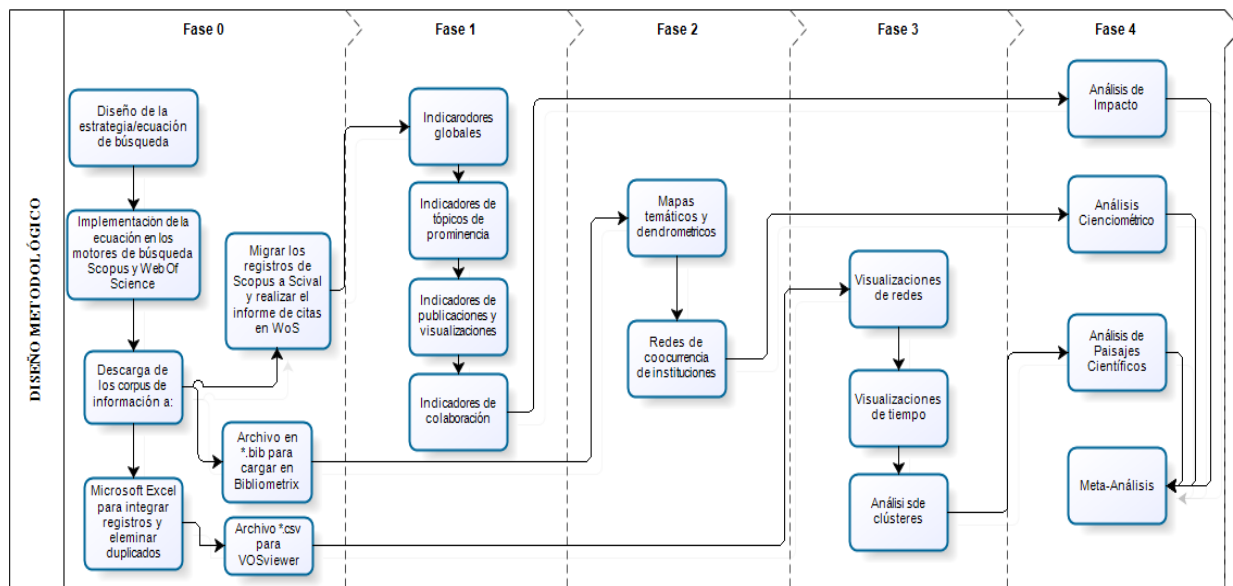
Los estudios de vigilancia científica se enfocan en la identificación de tendencias de base, emergentes y motor, que conforman el estado del arte de una temática específica para establecer el escenario actual de las actividades de investigación. La metodología de vigilancia científica comprende cinco fases secuenciales, descritas en la Figura 1.

- Fase 0 – Implementación de la estrategia de búsqueda: Esta fase comprende el diseño de la ecuación estructura implementada en los motores de búsqueda de Scopus y Web of Science. La ecuación comprende palabras clave identificada por los investigadores del proyecto y relacionadas con factores químicos que inciden en la mortalidad de las abejas y el colapso de sus colmenas. Los registros vinculados a la ecuación son recuperados para conformar la base de datos o corpus. El corpus de Scopus es migrado a SciVal de manera directa para desarrollar el análisis de impacto de la Fase 1 y el corpus de WoS analizado con el reporte de citas específico en su interfaz de usuario. Los corpus son descargados en *.bib y *.txt para ser analizados

en Bibliometrix. Adicionalmente se integraron los corpus en Excel para tener una base de datos unificado en un archivo *.csv para utilizar en VOSviewer

- Fase 1 – Indicadores de impacto de SciVal y WoS citing-report: SciVal es una interfaz de análisis específica de Scopus que permite la migración y análisis de registros de Scopus con indicadores específicos, para periodos de tiempo de cinco años. WoS citing report es una interfaz del motor de búsqueda WoS que analiza algunos indicadores de los registros encontrados.

Figura 1. Diseño metodológico de la vigilancia científica



Fuente. Elaboración propia en Bizagi®

- Fase 2 – Indicadores científicos de Bibliometrix : Biblioshiny es la interfaz web de Bibliometrix, una herramienta diseñada en lenguaje R. La herramienta comprende cinco categorías de análisis de las cuales se utilizarán dos, análisis de datos, análisis conceptual y análisis social. Cada uno de estos niveles comprende diferentes indicadores, mediciones estadísticas y representaciones visuales.
- Fase 3 – Paisajes científicos en VOSviewer: VOSviewer es un software poderoso y versátil que desarrolla visualizaciones analíticas de indicadores bibliométricos, científicos y paisajes basados en algoritmos estadísticos y matemáticos. Para este estudio se desarrollaron tres tipos de análisis de visualización de coocurrencia de

palabras clave y textos clave, coautoría de autores y países, y análisis de citación de documentos.

- Fase 4 – Metaanálisis: este análisis tiene como base el método de análisis cualitativo de contenidos, el cual busca identificar elementos específicos de textos seleccionados del corpus de metadatos. Este análisis puede realizarse en herramientas licenciadas o herramientas libres. Además, se lleva a cabo el análisis de las patentes por medio de software especializado como PatentInspiration, el cual busca identificar elementos específicos dentro de las patentes que permiten identificar los campos de aplicación, los problemas que buscan resolver, las instituciones que lideran, entre otros.

Para el presente estudio se diseñaron siete ecuaciones, una asociada a cada una de las temáticas mencionadas. Las ecuaciones de búsqueda implementadas en Scopus se presentan a continuación con la estructura específica de cada base de datos. Las ecuaciones tienen cómo primer componente estructural el nombre científico y cómo del tomate; el segundo componente las palabras específicas relacionadas con cada temática (ver Tabla 1).

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda y número de registros recuperados

Objeto de la ecuación	Ecuación amplia	Registros testeo Septiembre 18 de 2020
Manejo Enfermedades	TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/2 (diseases* OR "disease management" OR "disease control" OR "disease recognition" OR "disease resistance" OR "disease surveillance" OR bioproduct* OR biopesticid* OR "Phytophthora infestans" OR "late blite" OR "Fusarium oxysporum" OR "vascular wilt" OR "verticilium dahlie" OR "Ralstonia solanacearum" OR bacteria OR nematod* OR meloidogyn* OR virus OR "alternaria solani" OR "Botrytis cinerea" OR "gray rot" OR "phytosanitary measure" OR epidemiolog*)) PUBYEAR > 2016	1678

Objeto de la ecuación	Ecuación amplia	Registros testeo Septiembre 18 de 2020
Poscosecha	TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 (posharvest* OR "added value" OR "pesticide residues" OR transformation OR storage OR quality OR innocu* OR bioproduct* OR biopesticid*)) AND PUBYEAR > 2016	1070
Mejoramiento genético, propagación	TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 (improvement OR breed* OR "genetic improvement" OR seedling OR nurser* OR seed* OR grafting OR graf*)) AND PUBYEAR > 2016	1436
Suelos	TITLE-ABS-KEY ("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") AND TITLE-ABS-KEY ("Fertility management" OR fertilit* OR "crop nutrition" OR "soil nutrients" OR "nutritional deficiencias" OR "soil analysis" OR "organic material" OR "abiotic stress" OR "water stress" OR salinity OR "soil degradation" OR "Soil quality indicators" OR bioproducts OR biopesticides) AND PUBYEAR > 2016	1337
Manejo Plagas	TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 (pest* OR "pest management" OR bioprodu* OR biopesticid* OR "pesticide residues" OR "aleyrodid*" OR mite OR thrip* OR "Neoleucinodes elegantalis" OR "N. elegantali*" OR "fruit borer" OR "leafminer" OR "leaf miner" OR "pinworm" OR "tuta absolut*")) PUBYEAR > 2016	599
Agricultura protegida	TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 ("Protected conditions" OR greenhouse OR "family agriculture" OR "productive model")) AND PUBYEAR > 2016	831
Tierras	TITLE-ABS-KEY ("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") TITLE-ABS-KEY (land OR territorial OR "land use" OR "land aptitude" OR "land evaluation" OR zoning OR "agroclimatic risk" OR "climatic risk" OR cartography OR "climatic change" OR "climatic variability") AND PUBYEAR > 201	578

2. Manejo de enfermedades

2.1. Indicadores de impacto y actividad

Los indicadores de impacto y actividad permiten establecer la significancia, visibilidad y colaboración en el desarrollo científico de la temática en estudio. Dentro de los que se destacan están las publicaciones por año, autor, país, institución, tipología de publicación, entre otros. A continuación, se abordarán estos indicadores por cada una de las ecuaciones establecidas.

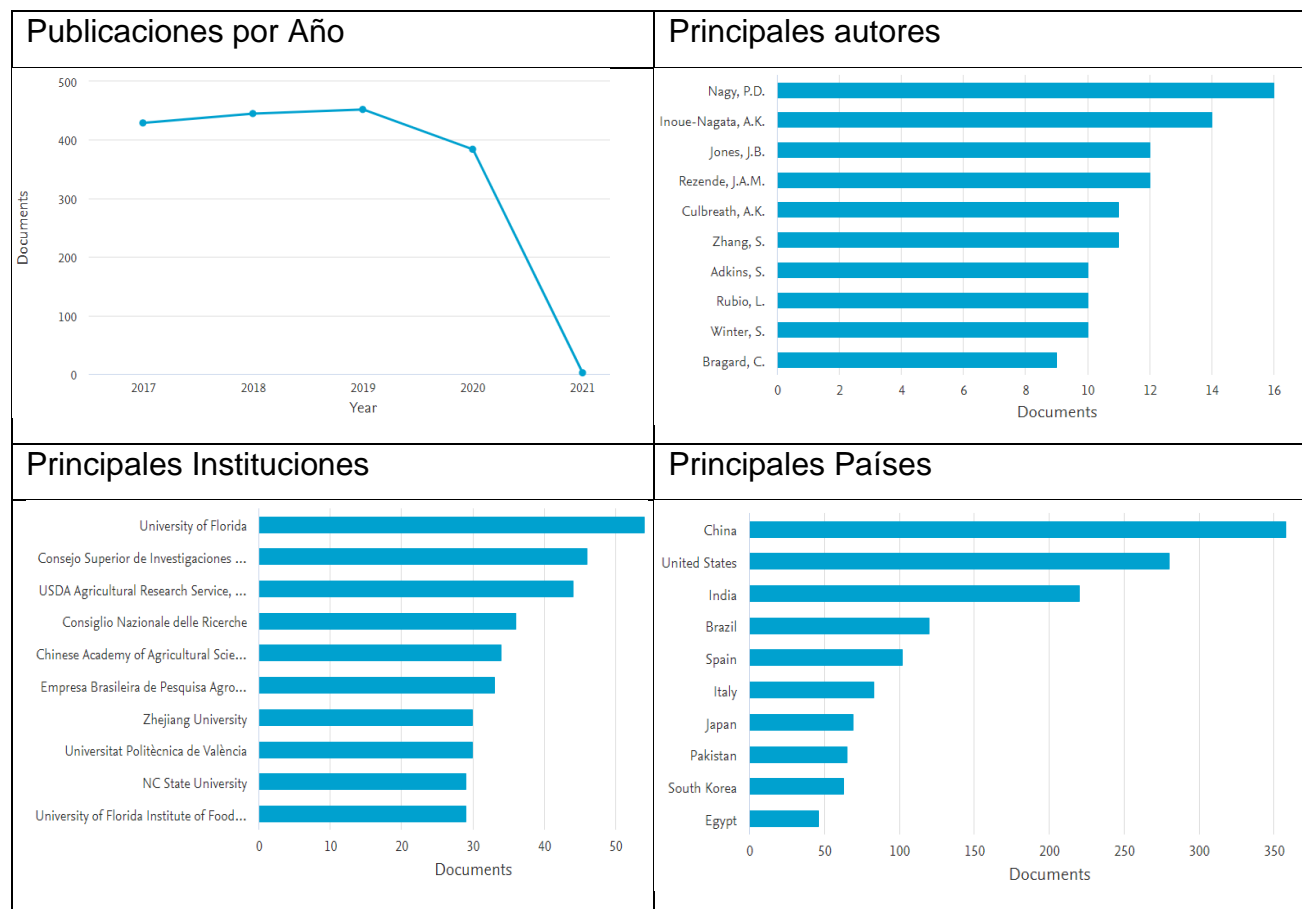
2.1.1. Indicadores de actividad

En la Figura 2 se presentan los indicadores de actividad para enfermedades en tomate, en donde se identifica una tendencia constante de investigación en los últimos años pasando de 429 publicaciones en 2017 a 434 en 2020. Nagy, Peter D. es el autor con mayor cantidad reportada con 16, de la Universidad de Kentucky en Lexington Estados Unidos, y su trabajo está enfocado en el virus del enanismo arbustivo del tomate (TBSV). Inoue-Nagata, A.K. perteneciente a la Universidad de Brasilia en Brasil y la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, registra 14 publicaciones, sus estudios han sido en diversidad molecular de los Begomoviruses, el estudio de los virus de chlorosis y crinivirus. Jones, J.B. de la Universidad de Florida con 12 publicaciones ha trabajado en la bacteria *Xanthomonas euvesicatoria*. X. causante de enfermedad de la mancha bacteriana, tiene trabajos en la producción de bacteriocinas, caracterizando los determinantes genéticos para estos y tratar la Marchitez bacteriana causada con *Ralstonia solanacearum*. También ha caracterizado accesiones de tomate que demuestren una resistencia relativamente alta al marchitamiento bacteriano a altas temperaturas. Otro de los trabajos fue la evaluación del bioplaguicida Dominus® (allylthiocyanate) para el tomate donde el ingrediente activo AITC tiene un potencial como bioplaguicida y la disponibilidad de una formulación comercial que se puede combinar con herbicidas etiquetados. Por instituciones se destacan La Universidad de la Florida y la USDA en Estados Unidos, El Consejo Superior de Investigaciones Científicas

en España, El Consiglio Nazionale delle Ricerche de Italia, Chinese Academy of Agricultural Sciences y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

- Por tipología de publicación, el 87% de los registros corresponden a Artículos científicos, 6% a Conference Paper, el 2,6% a Review.

Figura 2. Indicadores de actividad (Manejo de enfermedades - tomate)

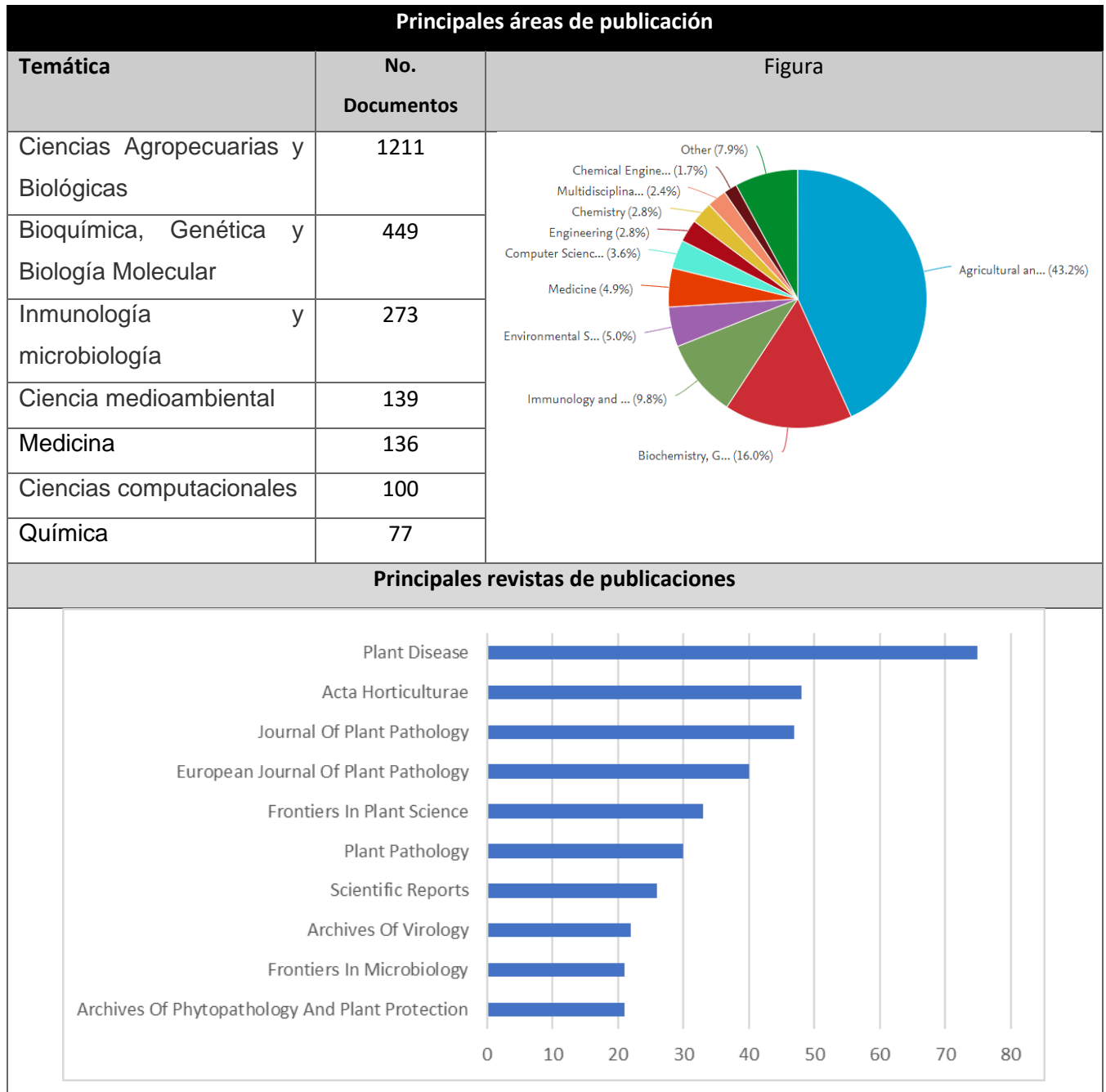


Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

- Respecto a las áreas de trabajo de los documentos, el 43,2% corresponden a Ciencias Agropecuarias y Biológicas; el 16% a Bioquímica, Genética y Biología, como se puede observar en la tabla 3. En relación con las principales revistas se destacan Plant Disease, Acta Horticulture, Jorunal of Plant Pathology, European

Journal of Plan Pathology con más de 40 publicaciones como se evidencia en la Figura 3.

Figura 3. Indicadores de actividad 2 (Enfermedades Tomate)



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® y Web of Science®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel

2.1.2. Indicadores de Impacto

- A través del software Bibliometrix® se pueden realizar análisis de indicadores de impacto en la ciencia, generado por las publicaciones en la temática de estudio. Para el periodo de análisis 2017-2021 se encuentran registros de 6111 investigadores. En la tabla 2 se presentan los indicadores de impacto de la ciencia.

Tabla 2. Indicadores de impacto generales del corpus

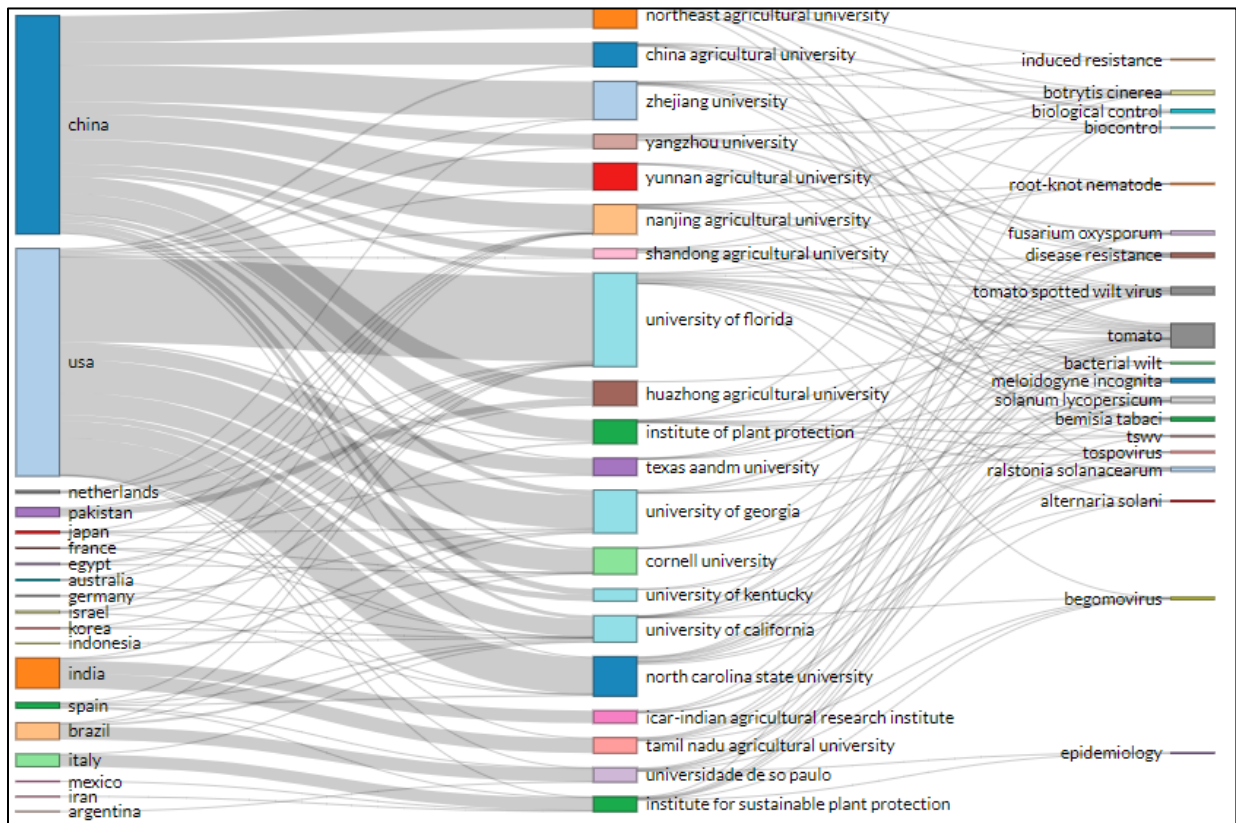
Indicador	Valor
Número de fuentes de consulta	550
Número de registros	1698
Tiempo promedio para publicación	1,55
Citaciones promedio por documento	3,60
Citaciones promedio al año por documento	1,19
Número de referencias citadas	66414
Número de palabras clave de indexación	6378
Número de palabras clave de autores	4130
Número de autores	6111
Número de ocurrencias de autores	9261
Número de documentos con un único autor	39
Número de documentos con múltiples autores	6080
Número de documentos promedio por autor	0.278
Número de autores promedio por documento	3.6
Índice de colaboración	3.66
Publicaciones más citadas	
<i>Título-Autores-Año-Revista</i>	<i>N° de citaciones</i>
A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition. Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S.C., Park, D.S. 2017. Sensor(Switzerland) 17(9),2022	208

Indicador	Valor
Deep Learning for Tomato Diseases: Classification and Symptoms Visualization. Brahim, Haxim, Y., Ismayil, A., Jia, Q., (...), Hong, Y., Liu, Y. 2017. Applied Artificial Intelligence 31(4), pp. 299-315	91
Autophagy functions as an antiviral mechanism against geminiviruses in plants, Haxim, Y., Ismayil, A., Jia, Q., (...), Hong, Y., Liu, Y.. 2017. eLife6,e23897	69
Identification of endophytic <i>Bacillus velezensis</i> ZSY-1 strain and antifungal activity of its volatile compounds against <i>Alternaria solani</i> and <i>Botrytis cinerea</i> . Gao, Z., Zhang, B., Liu, H., Han, J., Zhang, Y.2017. Biological Control 105, pp. 27-39	67
Different mechanisms of <i>Trichoderma virens</i> -mediated resistance in tomato against <i>Fusarium</i> wilt involve the jasmonic and salicylic acid pathways. Jogaiah, S., Abdelrahman, M., Tran, L.-S.P., Ito, S.-I. 2018. Molecular Plant Pathology 19(4), pp. 870-882	44

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

- En la figura 4 se muestra la evolución de los principales temas de trabajo extraído del análisis de ocurrencia de palabras en título, resumen y palabras clave de todo el Corpus en donde se muestran los temas emergentes y decadentes en un diagrama de nube de palabras donde se pueden identificar temas importantes especialmente en torno virus, bacterias y hongos, causantes de las principales enfermedades en el cultivo de tomate, indicando la gran cantidad de publicaciones relacionadas con *Botrytis cinérea*, *Meloidogyne incógnita*, *Ralstonia solanacearum* y *Begomovirus* y en menor medida el tema de *Fusarium*, *Chlorosis virus*, *Alternaria solani*, entre otros. En torno a estos tres temas preponderantes, se identifican temas importantes asociados como el control biológico, inducción de resistencia, y actividad antifúngica.

Figura 5. Gráfico Sankey



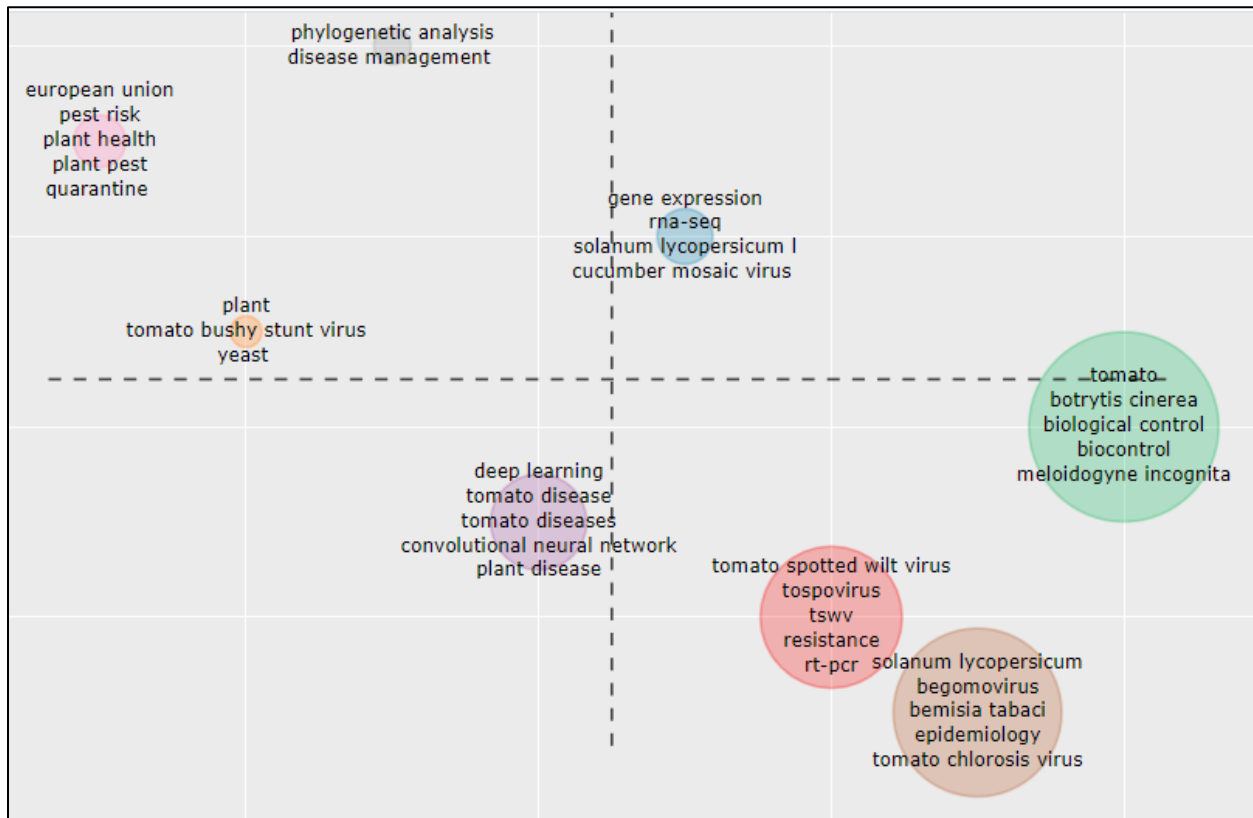
Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

- Estados Unidos genera sus publicaciones a través de la Universidad de la Florida en temas de nematodos inductores de agallas, principalmente el *Meloidogyne incognita*, el virus del bronceado del tomate, el begomovirus, el *Alternaria solani* y la resistencia a enfermedades. La universidad de Georgia trabaja en tospovirus, y el virus del bronceado del tomate. La Universidad del estado de Carolina del Norte trabaja en *alternaria solani*, *ralstonia solanacearum*, el virus del bronceado del tomate y resistencia a enfermedades. Otras instituciones de EE. UU. que se destacan en su investigación son la Universidad de Texas, Universidad de Cornell, Universidad de Kentucky, y la Universidad de California. China, con las Universidades de Zhejian, el Institute of Plan Protection, entre otras instituciones, han enfocado su labor en los temas de control biológico, *Bemisia tabaco*, *botrytis cinérea* y resistencia inducida.

En la Figura 6 se presenta el mapa temático de categorización de tópicos para el área temática de manejo de plagas en tomate. Este mapa permite categorizar a través del uso de algoritmos de correlación de palabras clave, los tópicos de investigación en cuatro categorías:

- **Tópicos Motor:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante superior derecho, los cuales se caracterizan por una alta importancia en el tema de investigación (centralidad) y un alto desarrollo del tema (densidad). Para el caso de este análisis, se identifica un cluster relacionado con la expresión génica, secuenciación de RNA del virus del virus del mosaico del pepino que afecta al tomate
- **Tópicos Base o transversales:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante inferior derecho, los cuales se caracterizan por tener una importancia media y alto desarrollo. Se destacan tres cluster, el primero de control biológico y biocontrol para botrytis cinérea y meloidogyne incógnita. El segundo cluster aborda los temas el virus del bronceado del tomate, tospovirus, y búsqueda de resistencia. El tercer clúster aborda trabajos en epidemiología de begomovirus, bemisia tabaco y virus clorosis.
- **Tópicos emergentes o decadentes:** son aquellos tópicos en el cuadrante inferior izquierdo cuya importancia y desarrollo aún es baja y puede estar asociada a un tópico relativamente nuevo o un tópico que ha perdido relevancia. Entre estos tópicos se identificaron temas como Deep learnig, machine leranig con el uso de red neuronal convolucional, para el tratamiento de las enfermedades de tomate.
- **Tópicos altamente desarrollados:** son aquellos tópicos en el cuadrante superior izquierdo que cuenta con un alto desarrollo, pero aún su importancia global es baja. Aquí se destacan tópicos como estudios de rendimiento de cultivo con la presencia del virus de la espesura espesa del tomate, El análisis filogenético para el manejo de enfermedades, y trabajos en la unión europea en relación con el riesgo de pestes, salud de la planta y cuarentenas.

Figura 6. Mapa temático



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 7 se presenta la red de coocurrencia de tópicos clave, la cual permite profundizar en tópicos por clústeres específicos. La red de coocurrencia permite identificar con un mayor detalle y especificidad tópicos en el manejo de plagas de tomate. La red está conformada por 6 clústeres diferenciados por colores que abarcan 797 tópicos.

Clúster 1. Color Rojo –En este clúster son relevantes los temas de microbiología y control de enfermedades, enfocados en prevención y control, patogenicidad, el estudio de hongos y bacterias, nematodos.

Clúster 2 Verde, donde se abordan tópicos relacionados con virus, epidemiología, análisis genético, inoculación, métodos de detección, entre otros.

2.3. Indicadores de coocurrencia

- Entre los documentos referentes más relacionados con el tema de manejo de plagas se destacan los siguientes:

A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition, Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S.C., Park, D.S. 2017. Sensors (Switzerland) 17(9),2022

Item	Descriptor
Resumen	<p>Plant Diseases and Pests are a major challenge in the agriculture sector. An accurate and a faster detection of diseases and pests in plants could help to develop an early treatment technique while reducing economic losses. Recent developments in Deep Neural Networks have allowed researchers to drastically improve the accuracy of object detection and recognition systems. In this paper, we present a deep-learning-based approach to detect diseases and pests in tomato plants using images captured in-place by camera devices with various resolutions. Our goal is to find the more suitable deep-learning architecture for our task. Therefore, we consider three main families of detectors: Faster Region-based Convolutional Neural Network (Faster R-CNN), Region-based Fully Convolutional Network (R-FCN), and Single Shot Multibox Detector (SSD), which for the purpose of this work are called “deep learning meta-architectures”. We combine each of these meta-architectures with “deep feature extractors” such as VGG net and Residual Network (ResNet). We demonstrate the performance of deep meta-architectures and feature extractors, and additionally propose a method for local and global class annotation and data augmentation to increase the accuracy and reduce the number of false positives during training. We train and test our systems end-to-end on our large Tomato Diseases and Pests Dataset, which contains challenging images with diseases and pests, including several inter- and extra-class variations, such as infection status and</p>

	location in the plant. Experimental results show that our proposed system can effectively recognize nine different types of diseases and pests, with the ability to deal with complex scenarios from a plant's surrounding area. © 2017 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland.
URL	Ver documento

Deep Learning for Tomato Diseases: Classification and Symptoms Visualization
 Hosseinzadeh, Brahim, M., Boukhalifa, K., Moussaoui, A. 2017. Applied Artificial Intelligence 31(4), pp. 299-315

Item	Descriptor
Resumen	Several studies have invested in machine learning classifiers to protect plants from diseases by processing leaf images. Most of the proposed classifiers are trained and evaluated with small datasets, focusing on the extraction of hand-crafted features from image to classify the leaves. In this study, we have used a large dataset compared to the state-of-the art. Here, the dataset contains 14,828 images of tomato leaves infected with nine diseases. To train our classifier, we have introduced the Convolutional Neural Network (CNN) as a learning algorithm. One of the biggest advantages of CNN is the automatic extraction of features by processing directly the raw images. To analyze the proposed deep model, we have used visualization methods to understand symptoms and to localize disease regions in leaf. The obtained results are encouraging, reaching 99.18% of accuracy, which outperforms dramatically shallow models, and they can be used as a practical tool for farmers to protect tomato against disease.
URL	Ver documento

Autophagy functions as an antiviral mechanism against geminiviruses in plants. Haxim, Y., Ismayil, A., Jia, Q., (...), Hong, Y., Liu, Y.. 2017. Vegetos eLife 6,e23897

Item	Descriptor
Abstract	<p>Autophagy is an evolutionarily conserved process that recycles damaged or unwanted cellular components, and has been linked to plant immunity. However, how autophagy contributes to plant immunity is unknown. Here we reported that the plant autophagic machinery targets the virulence factor bC1 of Cotton leaf curl Multan virus (CLCuMuV) for degradation through its interaction with the key autophagy protein ATG8. A V32A mutation in bC1 abolished its interaction with NbATG8f, and virus carrying bC1V32A showed increased symptoms and viral DNA accumulation in plants. Furthermore, silencing of autophagy-related genes ATG5 and ATG7 reduced plant resistance to the DNA viruses CLCuMuV, Tomato yellow leaf curl virus, and Tomato yellow leaf curl China virus, whereas activating autophagy by silencing GAPC genes enhanced plant resistance to viral infection. Thus, autophagy represents a novel anti-pathogenic mechanism that plays an important role in antiviral immunity in plants.</p>
URL	<p>Ver documento</p>

3. Manejo de plagas

Para el tema de manejo de plagas en tomate se recuperaron 900 publicaciones indexadas con un periodo de análisis de 2015 – Septiembre 2020. Dichas publicaciones constituyen el corpus específico de análisis. En las siguientes secciones se desarrollan análisis específicos orientados a describir el estado actual de la investigación y las tendencias más relevantes.

3.1. Indicadores de impacto y actividad coocurrencia

- Los indicadores de impacto y actividad permiten establecer la significancia, visibilidad y colaboración en el desarrollo científico de la temática en estudio.

Dentro de los que se destacan están las publicaciones por año, autor, país, institución, tipología de publicación, entre otros.

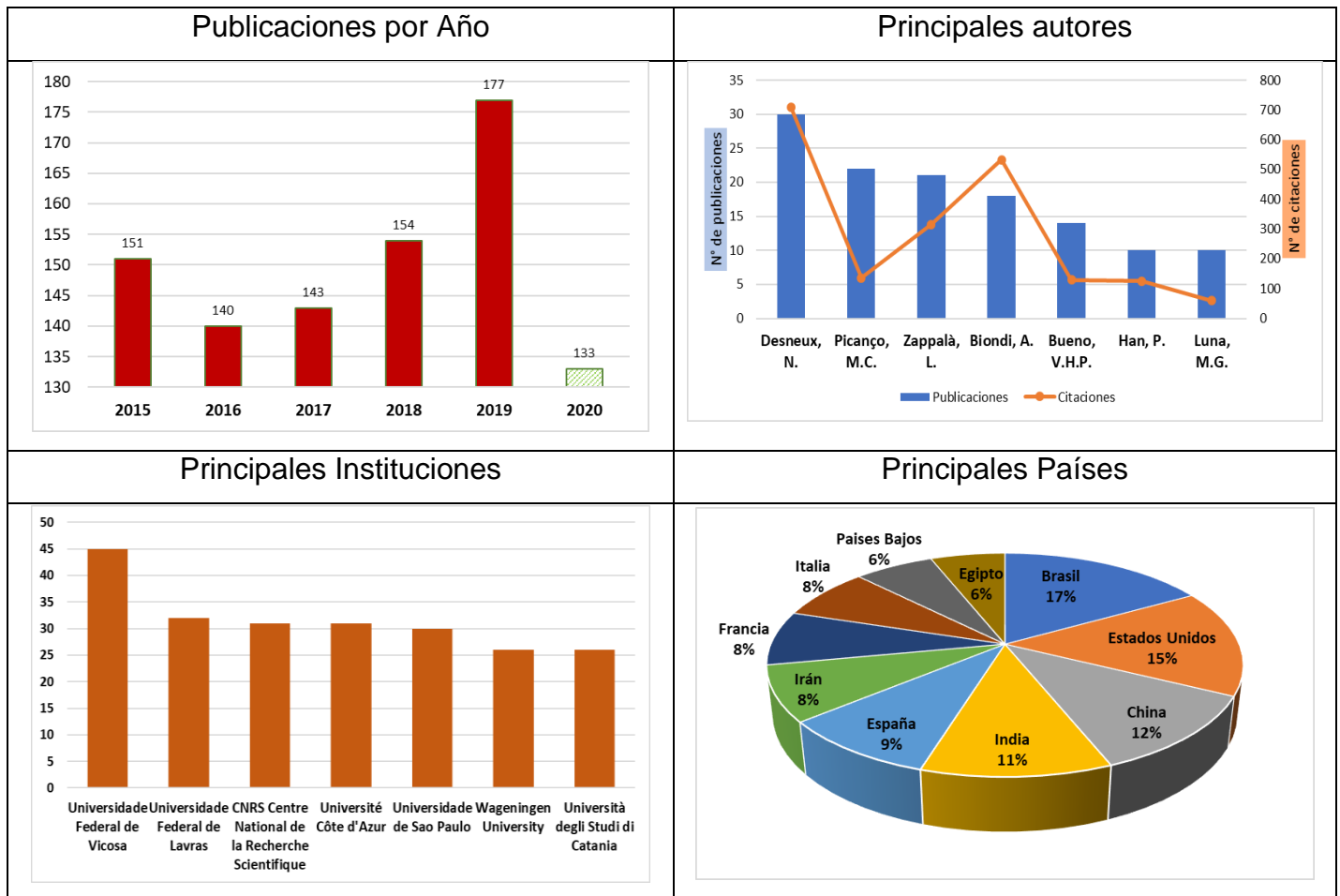
3.1.1. Indicadores de actividad

En la Figura 8 se presentan los indicadores de actividad para la investigación para la investigación en el tema de manejo de plagas, donde se identifica una tendencia creciente de investigación en los últimos años desde 2015 pasando de 151 publicaciones en 2015 a 177 en 2019 con un crecimiento anual promedio de 4,1%. Nicolas Desneux es el autor con mayor cantidad reportada de publicaciones con 30 publicaciones y 710 citaciones, de la Université Côte d'Azur de Francia, y su enfoque es en el manejo, biología, ecología, resistencia y enemigos naturales de *Tuta absoluta*. Le sigue en actividad Marcelo Coutinho Picanço con 22 publicaciones y 136 citaciones y afiliación a la Universidad Federal de Vicosa en Brasil, quien ha trabajado en tópicos de predadores naturales de *Tuta absoluta*, estudio de factores que limitan su población y muerte natural y determinación de daño económico. En tercer lugar, figura Lucia Zappalà, de la Università degli Studi di Catania en Italia, con 21 publicaciones y 315 citaciones, quien ha trabajado en temas de toxicidad potencial de plaguicidas utilizados para el control de *Tuta absoluta*, plantas hospederas y formulaciones de aceites esenciales para su control y enemigos naturales, tales como *Trichogramma cacoeciae*.

Las instituciones con mayor productividad son las universidades brasileñas Universidad Federal de Vicosa y Universidad Federal de Lavras con 45 y 32 publicaciones respectivamente, seguida de del CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) de Francia con 31 publicaciones y la Université Côte d'Azur del mismo país con igual número de publicaciones. Los Países con mayor investigación son Brasil con 128 registros; Estados Unidos con 118 publicaciones, China con 88 publicaciones, India con 83 publicaciones y España con 70 registros.

Por tipología de publicación, el 92% de los registros corresponden a Artículos científicos, 3% a actas de conferencia, 2% a capítulos de libro y 2% a resúmenes.

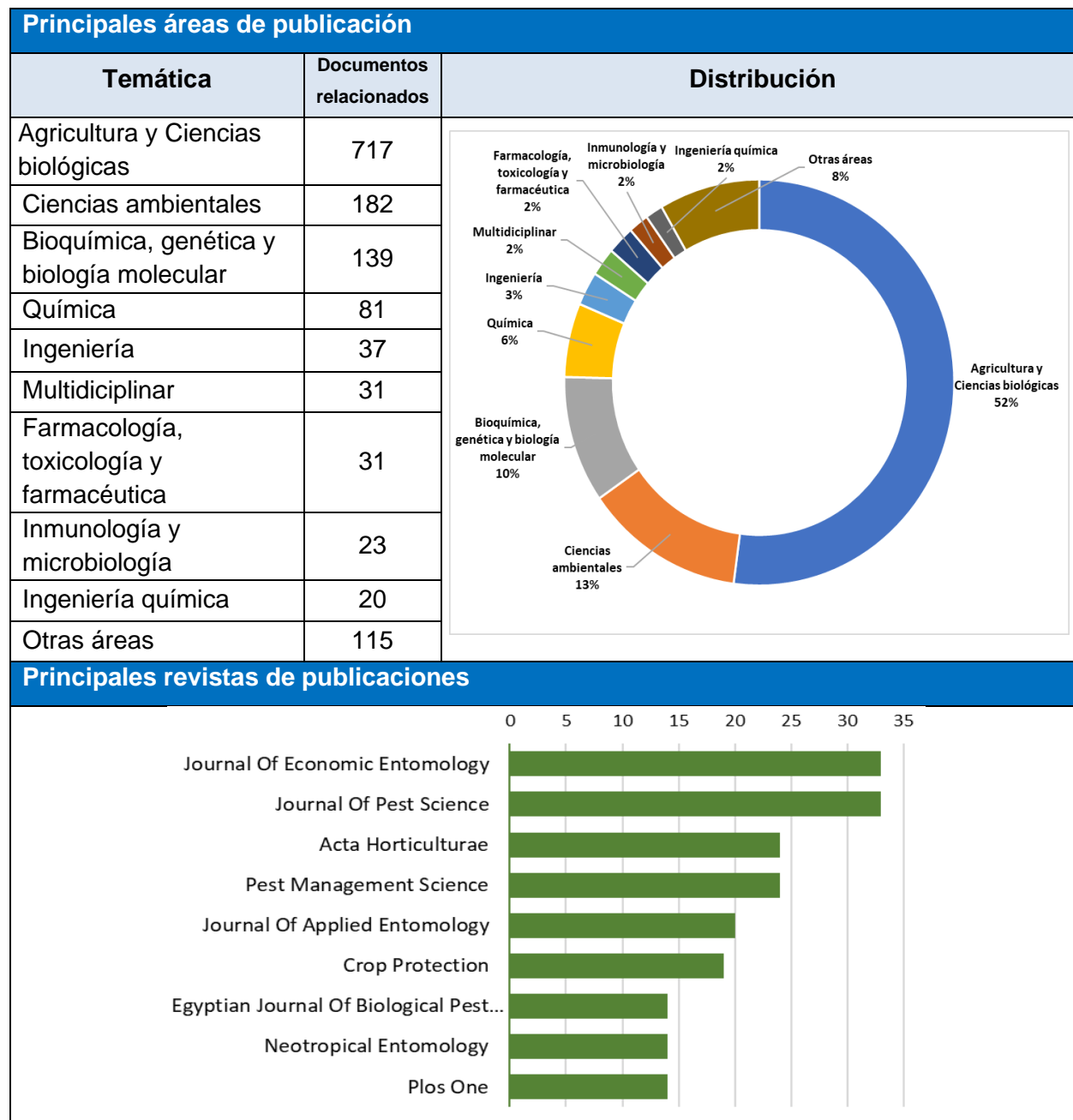
Figura 8. Indicadores de actividad – Manejo plagas tomate



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

Respecto a las áreas de trabajo de los documentos, el 52% corresponden a Agricultura y Ciencias biológicas, el 13% a ciencias ambientales, 10% a Bioquímica, genética y biología molecular y el 6% a Química, como se puede observar en la tabla 6. En relación con las principales revistas se destacan Journal Of Economic Entomology y Journal Of Pest Science cada una con 33 publicaciones; en tercer y cuarto lugar aparecen Acta Horticulturae y Pest Management Science con 24 publicaciones respectivamente y Journal Of Applied Entomology con 20 registros como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de actividad 2 - Manejo plagas en tomate



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

3.1.2. Indicadores de impacto

A través del software Bibliometrix® se pueden realizar análisis de indicadores de impacto en la ciencia, generado por las publicaciones en la temática de estudio. Para el periodo de análisis 2015-2020 se encuentran registros de 3018 investigadores. En la tabla 4 se presentan los indicadores de impacto de la ciencia.

Tabla 4. Indicadores de impacto generales del corpus

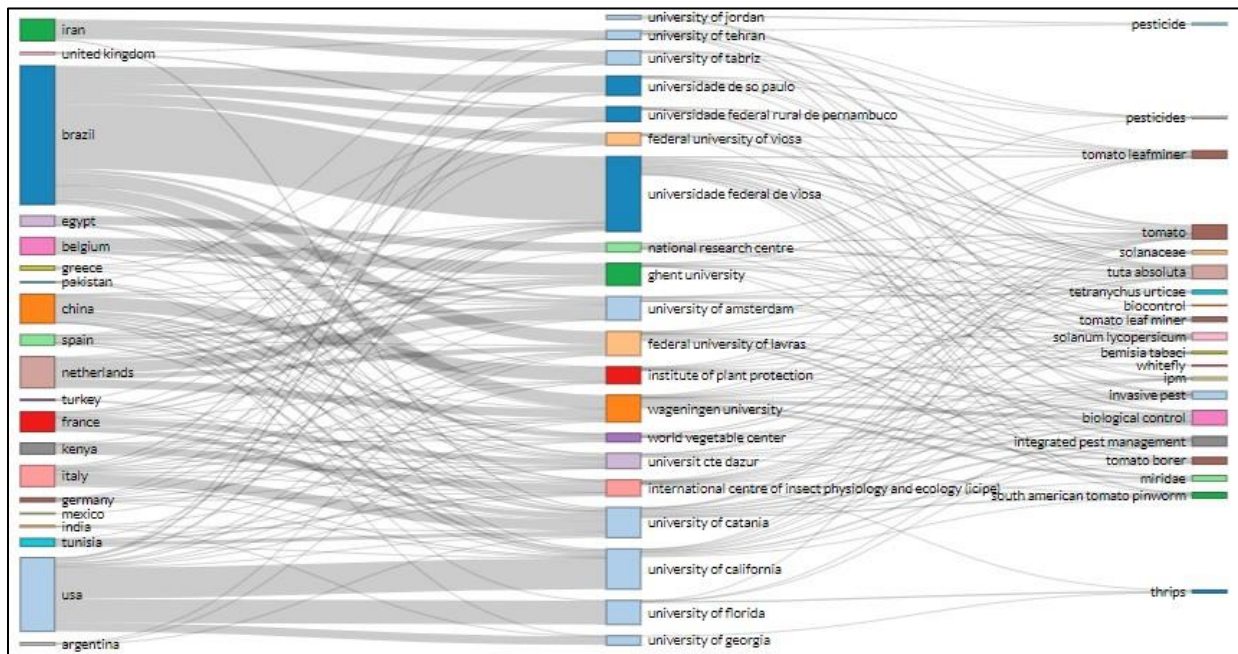
Indicador	Valor
Número de fuentes de consulta	346
Número de registros	900
Tiempo promedio para ser citado (anual)	2,47
Citaciones promedio por documento	7,006
Citaciones promedio al año por documento	1,741
Número de referencias citadas	37198
Número de palabras clave de indexación	3865
Número de palabras clave de autores	2346
Número de autores	3018
Número de ocurrencias de autores	4484
Número de documentos con un único autor	27
Número de documentos con múltiples autores	2991
Número de documentos promedio por autor	0.298
Número de autores promedio por documento	3.35
Índice de colaboración	3.43
Publicaciones más citadas	
<i>Título-Autores-Año-Revista</i>	<i>N° de citaciones</i>
A robust deep-learning-based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition. Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S.C., Park, D.S. 2017. Sensor(Switzerland) 17(9),2022	203

Ecology, Worldwide Spread, and Management of the Invasive South American Tomato Pinworm, <i>Tuta absoluta</i> : Past, Present, and Future Biondi, A., Guedes, R.N.C., Wan, F.-H., Desneux, N. 2018. <i>Annual Review of Entomology</i> 63, pp. 239-258	131
First report of <i>Tuta absoluta</i> resistance to diamide insecticide Roditakis, E., Vasakis, E., Grispou, M., (...), Gravouil, M., Bassi, A. 2015. <i>Journal of Pest Science</i> 88(1), pp. 9-16	97
Spider mites suppress tomato defenses downstream of jasmonate and salicylate independently of hormonal crosstalk. Alba, J.M., Schimmel, B.C.J., Glas, J.J., (...), Sabelis, M.W., Kant, M.R. 2015. <i>New Phytologist</i> 205(2), pp. 828-840	92
From the Western Palaearctic region to beyond: <i>Tuta absoluta</i> 10 years after invading Europe. Campos, M.R., Biondi, A., Adiga, A., Guedes, R.N.C., Desneux, N. 2017. <i>Journal of Pest Science</i> 90(3), pp. 787-796	81

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

En la Figura 9 se muestra la evolución de los principales temas de trabajo extraído del análisis de ocurrencia de palabras en título, resumen y palabras clave de todo el Corpus en donde se muestran los temas emergentes y decadentes en un diagrama de nube de palabras donde se pueden identificar temas importantes especialmente en torno a plagas lepidópteras, indicando la gran cantidad de publicaciones relacionadas con *Tuta absoluta* (Polilla del tomate) y en menor medida el tema de minadores (*Agromyzidae*) y acaros (*Tetranychidae*). En torno a estos tres temas preponderantes, se identifican temas importantes asociados como el control biológico, parasitología y estudio de distintos agentes controladores; el manejo integrado de plagas y el estudio de residuos de pesticidas y contaminación de alimentos.

Figura 10. Gráfico Sankey



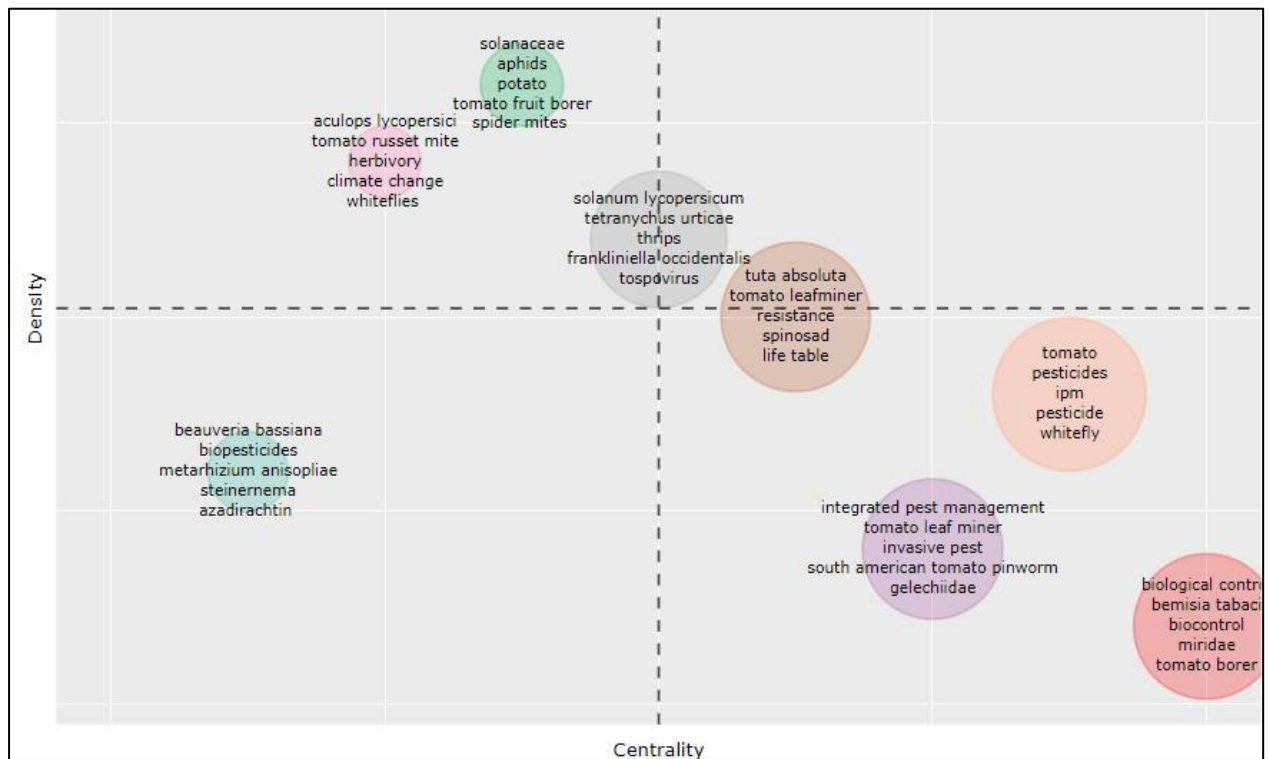
Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 11 se presenta el mapa temático de categorización de tópicos para el área temática de manejo de plagas en tomate. Este mapa permite categorizar a través del uso de algoritmos de correlación de palabras clave, los tópicos de investigación en cuatro categorías:

- **Tópicos Motor:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante superior derecho, los cuales se caracterizan por una alta importancia en el tema de investigación (centralidad) y un alto desarrollo del tema (densidad). Para el caso de este análisis, aunque el tema no tiene un nivel de desarrollo alto, aquí se identifican tópicos como resistencia a plagas, tablas de vida y efectos de insecticidas de origen biológico como el Spinosad para el control de *Tuta absoluta*.
- **Tópicos Base o transversales:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante inferior derecho, los cuales se caracterizan por tener una importancia media y alto desarrollo. Se destacan los tópicos de manejo integrado de plagas y control biológico.

- **Tópicos emergentes o decadentes:** son aquellos tópicos en el cuadrante inferior izquierdo cuya importancia y desarrollo aún es baja y puede estar asociada a un tópico relativamente nuevo o un tópico que ha perdido relevancia. Entre estos tópicos se identificaron temas como biopesticidas, azaridactina, y la utilización de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*
- **Tópicos altamente desarrollados:** son aquellos tópicos en el cuadrante superior izquierdo que cuenta con un alto desarrollo, pero aún su importancia global es baja. Aquí se destacan tópicos como control de ácaros, trips, áfidos, mosca blanca y perforador del fruto de tomate.

Figura 11. Mapa temático

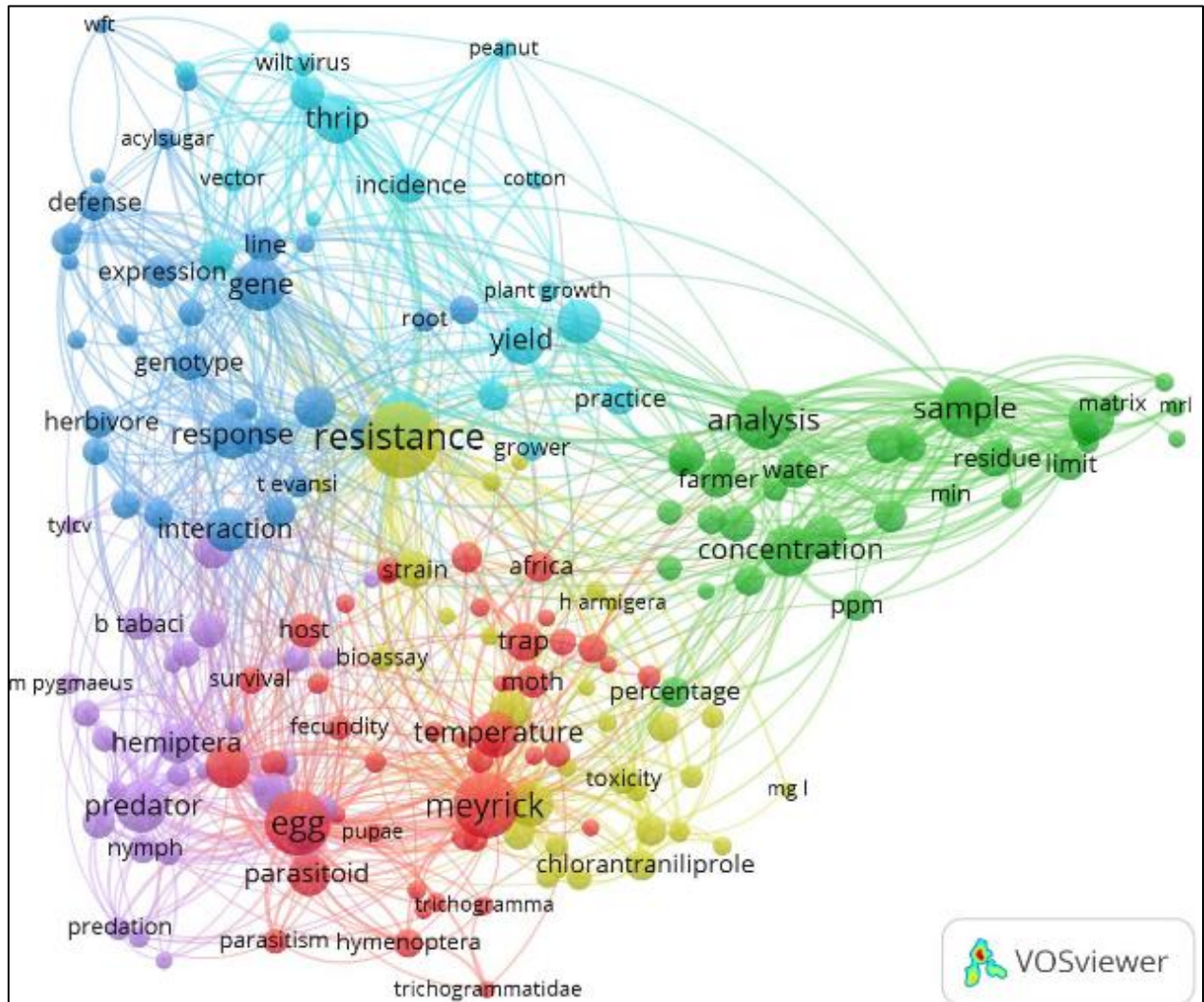


Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 12 se presenta la red de coocurrencia de tópicos clave, la cual permite profundizar en tópicos por clústeres específicos. La red de coocurrencia permite identificar con un mayor detalle y especificidad tópicos en el manejo de plagas de tomate. La red está conformada por 6 clústeres diferenciados por colores que abarcan 485 tópicos.

- **Clúster 1. Color Rojo** –En este clúster son relevantes los temas de control de lepidópteros a través de procesos de parasitismo especialmente con insectos del género *Trichogramma* donde se abordan aspectos como oviposición, hospederos y supervivencia.
- **Clúster 2 Azul claro** – donde se abordan tópicos relacionados con trips, su incidencia y el efecto sobre el crecimiento vegetal y el rendimiento, además de estudiar su comportamiento como vector de virus.
- **Clúster 3. Azul** – Clúster donde se abordan temas de expresión de genes de resistencia e interacción con insectos plaga como mecanismo de defensa
- **Clúster 4. Verde** – Clúster relacionado específicamente con tópicos de residuos de pesticidas, su concentración y límites de toxicidad
- **Clúster 5. Amarillo** – Vinculado especialmente al clúster 4, aquí se evidencian estudios de toxicidad, bioensayos y resistencia de insectos plaga a ingredientes activos de pesticidas
- **Clúster 6. Lila** – Clúster con temas relacionados con el control de mosca blanca y predadores naturales.

Figura 12. Red de Coocurrencia de tópicos clave



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento VOSviewer®.

3.3. Análisis documentos referentes

Entre los documentos referentes más relacionados con el tema de manejo de plagas se destacan los siguientes:

Efficacy of entomopathogenic nematodes against the Tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato field Gözel, Ç., Kasap, I. 2015. *Turkiye Entomoloji Dergisi* 39(3), pp. 229-237

Item	Descriptor
Objetivo	Determinar la eficacia de cuatro especies nativas nematodos entomopatógenos (EPN) en el control de <i>Tuta absoluta</i>
Métodos	Aislamiento de nématodos entomopatógenos de las especies <i>Steinernema affine</i> (Bovien) (aislado 46), <i>S. carpocapsae</i> (Weiser) (aislado 1133), <i>S. feeliae</i> (Filipjev) (aislado 879) y <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> (Poinar) (aislado 1144) para producción en masa utilizando larvas de <i>Galleria mellonella</i> en el laboratorio. Los minadores de hojas de tomate se expusieron a cada especie de nematodo a una tasa de 50 IJs / cm ² en plantas de tomate en jaulas
Resultado principal	<i>T. absoluta</i> fue susceptible a todas las EPN ensayadas, pero el grado de susceptibilidad de las larvas a la infección por EPN varió según la especie. La especie de nematodo más eficaz en las larvas de <i>T. absoluta</i> fue <i>S. feeliae</i> (aislado 879) con 90,7% y 94,3% de mortalidad en 2012 y 2013, respectivamente, mientras que la especie menos eficaz fue <i>S. affine</i> (aislado 46) con 39,3% y 43,7%. % de mortalidad en 2012 y 2013, respectivamente
Trabajos futuros	Los EPN pueden ser candidatos potenciales para el control del minador de la hoja del tomate, por lo que se discute la posibilidad de integración de estos agentes biológicos en el programa de manejo de <i>T. absoluta</i>

Efficacy of bio-insecticides on tuta absoluta (Meyrick) (lep.: Gelechiidae) in laboratory and field conditions Hosseinzadeh, A., Aramideh, S., Ghassemi-Kahrizeh, A.2019. Agricultural Engineering International: CIGR Journal 21(3), pp. 164-170

Item	Descriptor
Objetivo	Estudiar la eficacia de cuatro bioinsecticidas, a saber, tiociclam, espinosad, <i>Bacillus thuringiensis</i> (B.t) y azadirachtin (<i>Azadirachta indica</i>) en el control del minador de la hoja de tomate en condiciones de laboratorio y de campo
Métodos	Los experimentos de laboratorio se realizaron en un diseño de parcela completa al azar con tres repeticiones en tres estadios larvales basados en dosis recomendadas de pesticidas en forma de bloque completamente al azar.
Resultado principal	En experimentos de campo, el tiociclam y el espinosad tuvieron la mayor eficiencia sobre la mortalidad de las larvas con una pérdida promedio de 95,35% y 80,59%. B.t y azadiractina con una mortalidad promedio de 67,29% y 66,40% tuvieron el efecto más bajo, respectivamente. Los resultados mostraron que las larvas del tercer estadio eran menos sensibles que las larvas del primer y segundo estadio para todos los pesticidas. Los resultados de dos experimentos muestran que el espinosad, B.t y azadiractina tenían menos eficacia insecticida en comparación con el tiociclam en el minador de hojas de tomate.
Trabajos futuros	No se mencionan

Influence of spraying techniques on the efficacy of *Beauveria bassiana*-based mycoinsecticide against chilli and tomato thrips Parveen, S.S., Ramaraju, K., Jeyarani, S. 2020. *Vegetos* 33(2), pp. 345-351

Item	Descriptor
Objetivo	Determinar la eficacia de uso de entomopatógenos fúngicos como alternativa alternativa a los insecticidas en el manejo biointensivo de plagas
Métodos	Los experimentos de campo se realizaron con una formulación de aceite de aislado fúngico <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin @ 108 esporas · mL – 1 contra trips de chile y tomate. Se probaron varios sistemas de administración.
Resultado principal	Dos experimentos de campo realizados con chile indicaron que la formulación a base de aceite Bb 112 aplicada con un aplicador de gotitas controlado (CDA) produjo la reducción más alta de 54,12% y 48,82% de trips, respectivamente. Para los trips del tomate, las pruebas de campo indicaron que la formulación de aceite de Bb 112 aplicada con el rociador CDA fue significativamente más alta que los otros tratamientos con una reducción del 55.07% y 52.36%, respectivamente. Por lo tanto, se puede notar que el sinergismo de la asociación entre hongos y aceite indica su potencial contra la plaga objetivo en el campo
Trabajos futuros	No se menciona

Cry1Ac-mediated Resistance to tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) in tomato. Selale, H., Dağlı, F., Mutlu, N., Doğanlar, S., Frary, A. 2017. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 131(1), pp. 65-73

Item	Descriptor
Objetivo	Identificar la expresión de la proteína Cry1Ac y su efecto en la tasa de mortalidad de <i>T. absoluta</i>
Métodos	En este estudio, se transfirió un gen cry1Ac de <i>Bacillus thuringiensis</i> modificado a plantas de tomate a través de la transformación mediada por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> . La introducción del gen cry1Ac en el genoma del tomate se confirmó mediante PCR y análisis de transferencia Southern en 12 eventos independientes. Los sitios de inserción del transgén en el genoma del tomate se determinaron con TAIL-PCR (reacción en cadena de la polimerasa entrelazada asimétrica térmica) para cuatro líneas transgénicas seleccionadas. La expresión del gen Cry1Ac se verificó tanto a nivel transcripcional como traduccional, con análisis de RT-qPCR y Western blot, respectivamente
Resultado principal	La expresión de la proteína Cry1Ac en tomate dio como resultado tasas de mortalidad de <i>T. absoluta</i> de 38 a 100% dependiendo de la línea transgénica. Además, la formación de galerías se redujo en 57-100% de las plantas transgénicas. Este es el primer desarrollo informado de plantas de tomate resistentes a <i>T. absoluta</i>
Trabajos futuros	Estas plantas transgénicas son prometedoras para el desarrollo de cultivares comerciales de tomate resistentes al minador de hojas, lo que limitará el uso de productos químicos nocivos para el medio ambiente para el control de esta plaga.

Improving the efficiency of *Trichogramma achaeae* to control *Tuta absoluta*. Cascone, P., Carpenito, S., Slotsbo, S., (...), Holmstrup, M., Guerrieri, E. 2015. *BioControl* 60(6), pp. 761-771

Item	Descriptor
Objetivo	Evaluar la influencia de diferentes huevos hospedadores de cría en la longevidad y fertilidad de <i>Trichogramma achaeae</i> Nagaraja
Métodos	Partiendo de material disponible comercialmente, se evaluó la influencia de diferentes huevos hospedadores de cría en la longevidad y fertilidad de <i>T. achaeae</i>
Resultado principal	Una sola generación del parasitoide en huevos de <i>Tuta absoluta</i> puestos en hojas de tomate mejoró significativamente la tasa de ataque de <i>T. achaeae</i> contra el barrenador del tomate. Además, encontramos un efecto positivo entre las temperaturas durante el desarrollo (aclimatación) y la fertilidad del parasitoide a diferentes temperaturas. Esto fue particularmente evidente a 15 ° C, que era óptimo para la fertilidad de los parasitoides a bajas temperaturas. Concluimos que la combinación de sistema de crianza (planta + huevo hospedador) y temperaturas (durante el desarrollo y uso) son factores cruciales para optimizar la eficiencia en términos de longevidad y fertilidad de esta especie como agente de biocontrol del barrenador del tomate
Trabajos futuros	No se menciona

4. Manejo de suelos

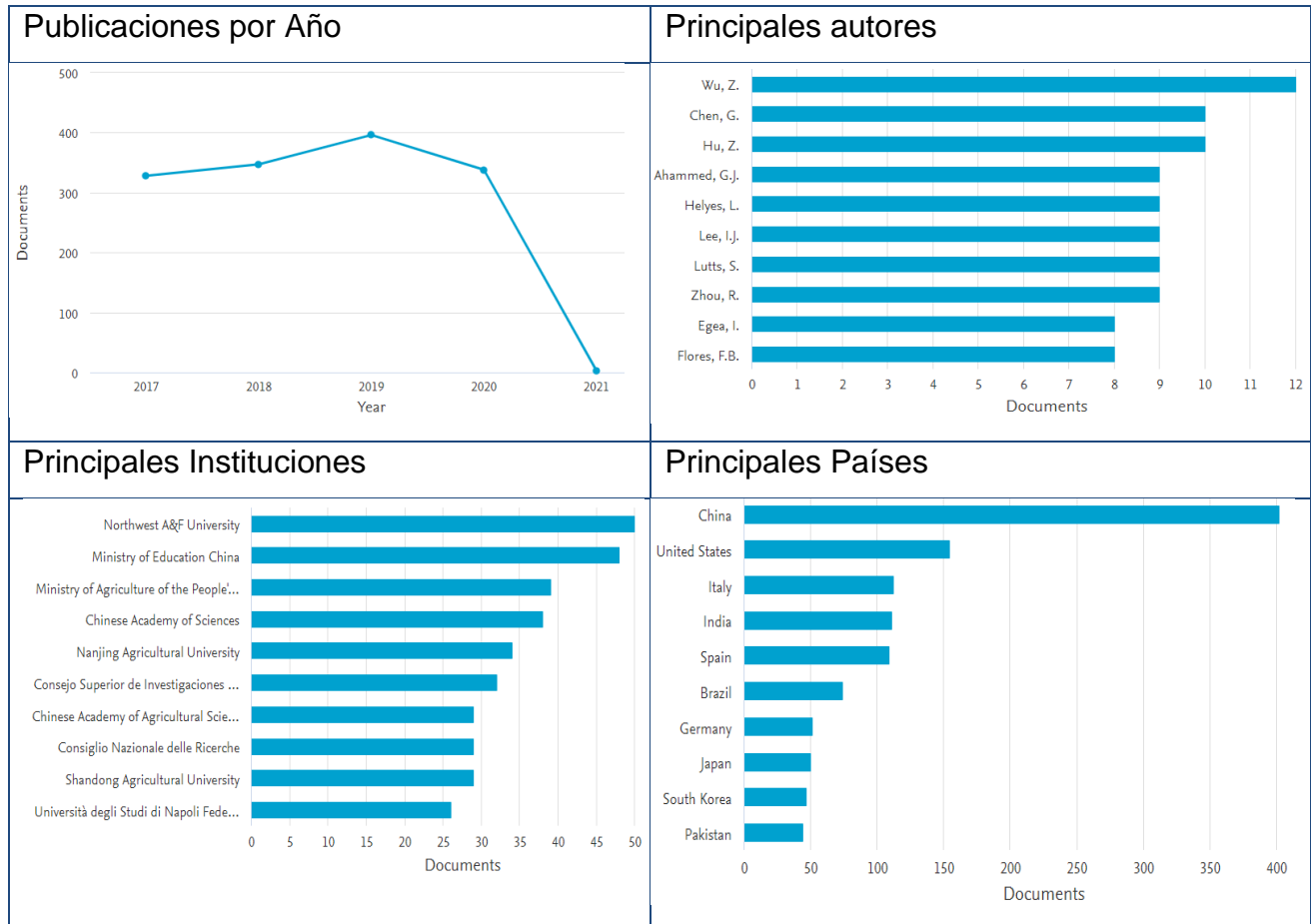
4.1. Indicadores de impacto y actividad

4.1.1. Indicadores de actividad

En la Figura 13 se presentan los indicadores de actividad para suelos en tomate, en donde se identifica una tendencia constante de investigación en los últimos años pasando de 328 publicaciones en 2017 a 338 en 2020. Wu, Zheng, es el autor con mayor cantidad reportada con 12, de la Nanjing Agricultural University, College of Horticulture, y su trabajo está enfocado en estrés hídrico de cultivares de tomate, respuesta fisiológica del cultivo a la sequía, búsqueda de termotolerancia, entre otros. Chen, Guoping, y Hu, Zongli perteneciente a la Chongqing University, de China, registra 10 publicaciones cada uno, sus estudios han sido en búsqueda de análisis de genes que respondan a sequía, estrés hídrico y aceleren la floración. Ahammed, Golam Jalal de University of Science and Technology de China con 9 publicaciones ha trabajado inducción de resistencia a estrés abiótico y estrés hídrico mediante la identificación de diferentes genes. Por instituciones se destaca que las 5 principales instituciones pertenecen a China y son el Northwest A&F University de China, el Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, el Ministry of Education China, el Chinese Academy of Sciences y Nanjing Agricultural University. De España se destaca Consejo Superior de Investigaciones Científicas,

Por tipología de publicación, el 88,2% de los registros corresponden a Artículos científicos, 5%, a Review , el 4,5%. a Conference Paper

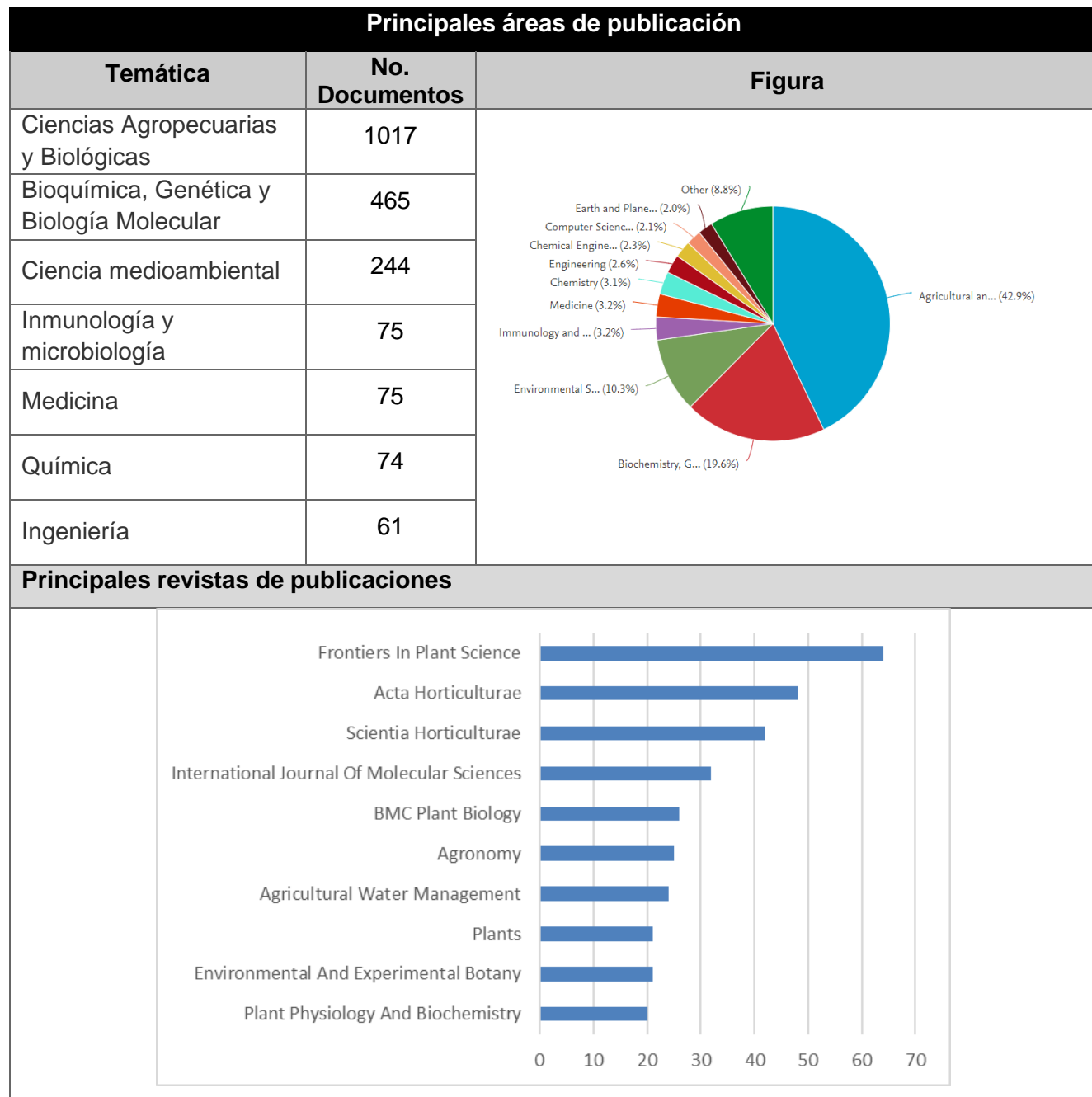
Figura 13. Indicadores de actividad (Suelos - tomate)



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

Respecto a las áreas de trabajo de los documentos, el 42,9% corresponden a Ciencias Agropecuarias y Biológicas; el 19,6% a Bioquímica, Genética y Biología, como se puede observar en la Tabla 5. En relación con las principales revistas se destacan *Plant Physiology And Biochemistry*, *Environmental And Experimental Botany*, *Plants*, *Agricultural Water Management* con más de 25 publicaciones como se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5. Indicadores de actividad 2 (Enfermedades Tomate)



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® y Web of Science®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

4.1.2. Indicadores de impacto

A través del software Bibliometrix® se pueden realizar análisis de indicadores de impacto en la ciencia, generado por las publicaciones en la temática de estudio. Para el periodo de análisis 2017-2021 se encuentran registros de 5300 investigadores. En la tabla 6 se presentan los indicadores de impacto de la ciencia.

Tabla 6. Indicadores de impacto generales del corpus

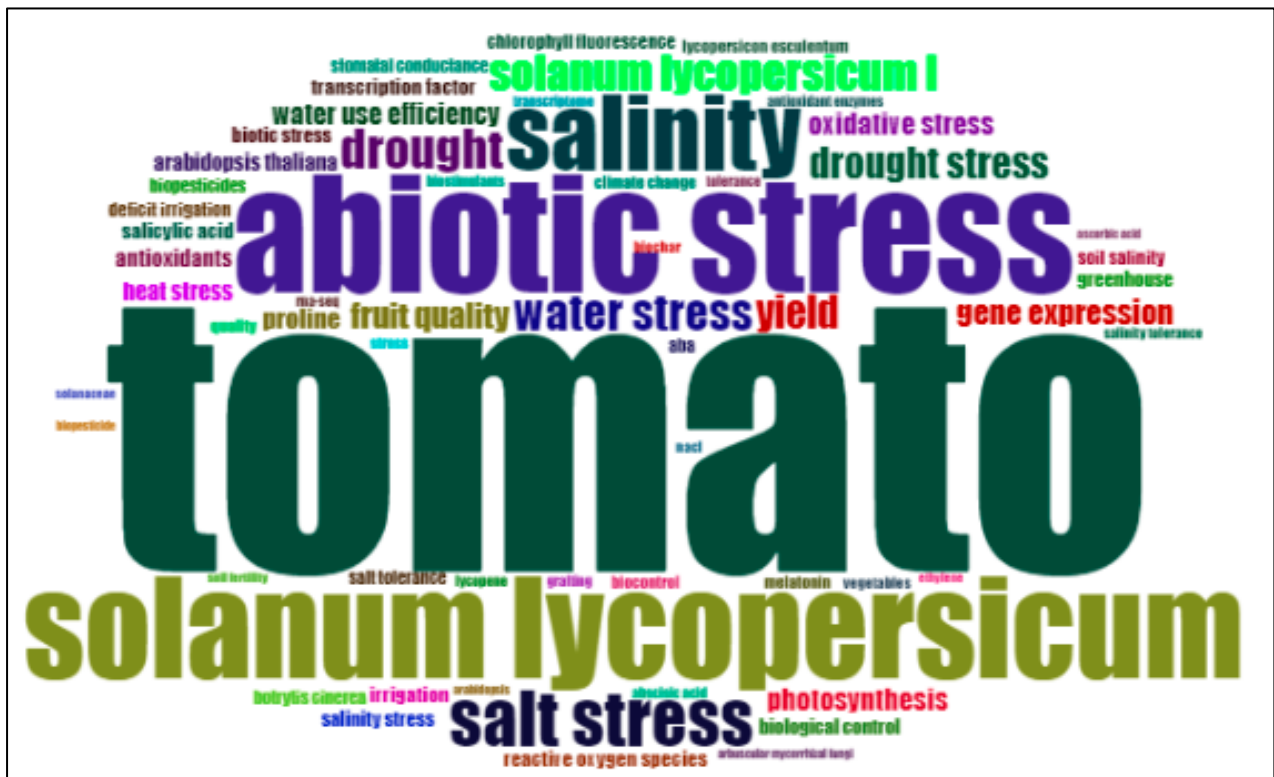
Indicador	Valor
Número de fuentes de consulta	482
Número de registros	1352
Tiempo promedio para publicación	1,53
Citaciones promedio por documento	5,41
Citaciones promedio al año por documento	1,83
Número de referencias citadas	70042
Número de palabras clave de indexación	5930
Número de palabras clave de autores	3780
Número de autores	5300
Número de ocurrencias de autores	7655
Número de autores con un documento	25
Número de autores con múltiples documentos	5275
Número de documentos promedio por autor	0.255
Número de autores promedio por documento	3.92
Índice de colaboración	3.98
Publicaciones más citadas	
Título-Autores-Año-Revista	N° de citaciones
Microbial and plant-assisted bioremediation of heavy metal polluted environments: A review. Ojuederie, O.B., Babalola, O.O. 2017. International Journal of Environmental Research and Public Health 14(12),1504	118

Bypassing Negative Epistasis on Yield in Tomato Imposed by a Domestication Gene. Soyk, S., Lemmon, Z.H., Oved, M., (...), Eshed, Y., Lippman, Z.B. 2017. Cell 169(6), pp. 1142-1155.e12	100
Tolerance to stress combination in tomato plants: New insights in the protective role of melatonin Martinez, V., Nieves-Cordones, M., Lopez-Delacalle, M., (...), Mittler, R., Rivero, R.M. 2018. Molecules 23(3),535	81
HsfA1a upregulates melatonin biosynthesis to confer cadmium tolerance in tomato plants Cai, S.-Y., Zhang, Y., Xu, Y.-P., (...), Yu, J.-Q., Zhou, J. 2017. Journal of Pineal Research 62(2),e12387	79
Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress Zhou, R., Yu, X., Ottosen, C.-O., (...), Zhao, T., Wu, Z. 2017. BMC Plant Biology 17(1),24	77

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

En la Figura 14 se muestra la evolución de los principales temas de trabajo extraído del análisis de ocurrencia de palabras en título, resumen y palabras clave de todo el Corpus en donde se muestran los temas emergentes y decadentes en un diagrama de nube de palabras donde se pueden identificar temas importantes especialmente en torno a estrés abiótico del cultivo, principalmente a sequía, suelos salinos, entre otros. Otros temas de interés son uso eficiente del agua, calidad y rendimiento del cultivo. Otro tema de relevancia son los relacionados con expresión génica.

Figura 14. Nube de palabras relacionadas con suelos en tomate



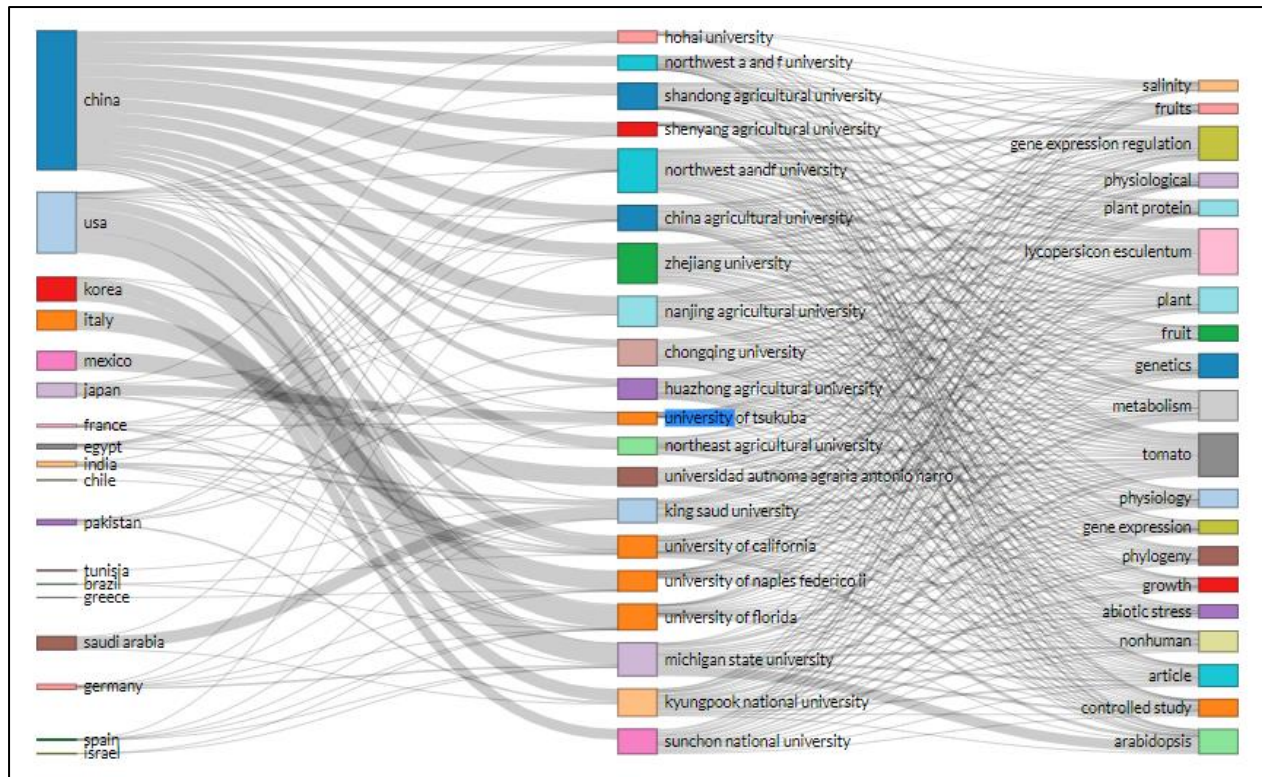
Fuente. Elaboración propia a partir de información de Bibliometrix®, fecha de consulta septiembre de 2020.

4.2. Indicadores de coocurrencia

En la Figura 15 se presenta el gráfico tipo Sankey para la temática de manejo de suelos en tomate. Este tipo de gráfico permite identificar a través de flujos de izquierda a derecha o viceversa, la representatividad de los países y sus instituciones frente a tópicos relevantes. China genera sus publicaciones con el Northwest A&F University con términos de expresión génica, filogenia, estrés abiótico, fisiología, entre otros. Zhejiang University con proteínas de las plantas, fisiología, crecimiento, metabolismo. Estados Unidos genera sus publicaciones a través de la Universidad de Michigan, Universidad de la Florida y Universidad de California, la primera trabaja en temas del uso de *arabidopsis*, metabolismo y estrés abiótico. En Korea se distinguen *kyungpook National University* y

Sunchon National University, la primera con trabajos en la salinidad del suelo en el cultivo y el segundo en expresión génica y filogenia del cultivo.

Figura 15. Gráfico Sankey



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

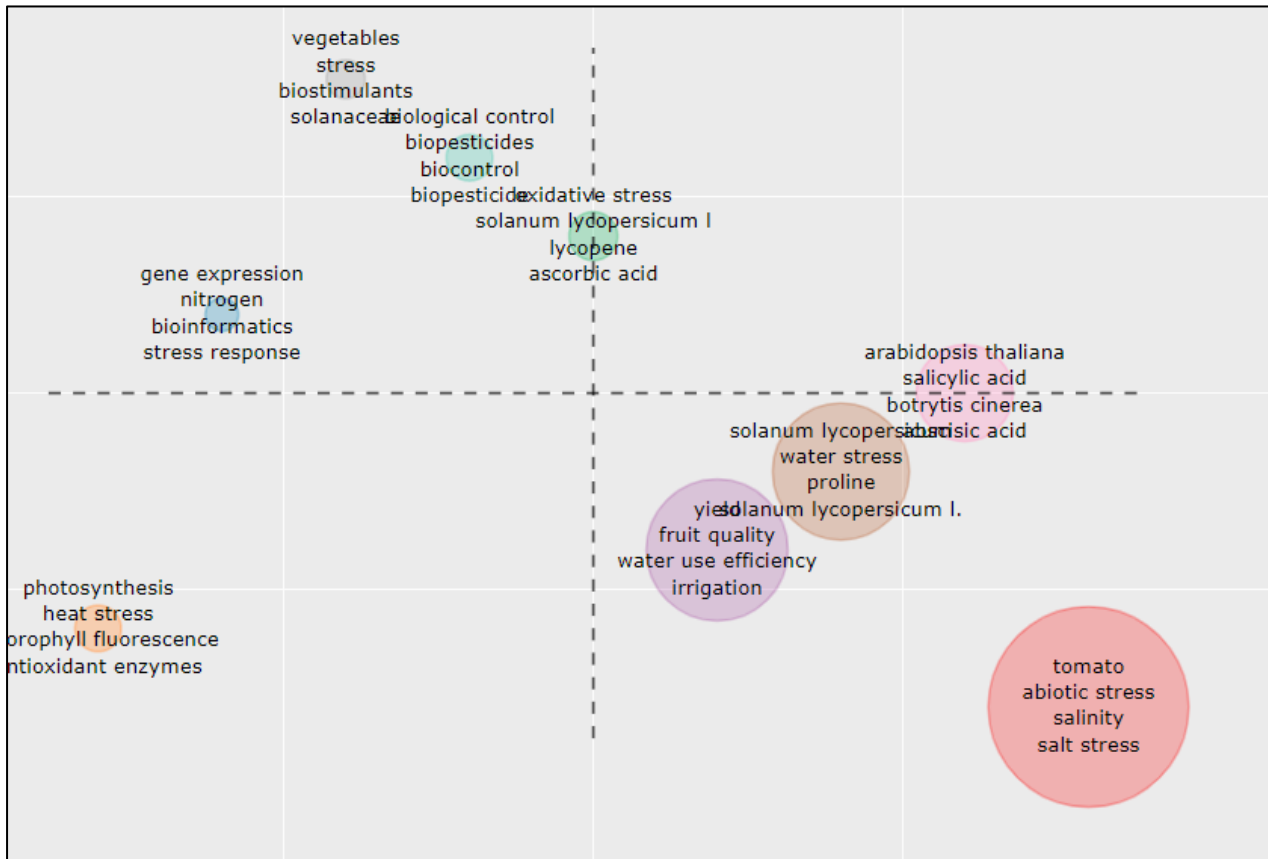
En la Figura 16 se presenta el mapa temático de categorización de tópicos para el área temática de manejo de plagas en tomate. Este mapa permite categorizar a través del uso de algoritmos de correlación de palabras clave, los tópicos de investigación en cuatro categorías:

- **Tópicos Motor:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante superior derecho, los cuales se caracterizan por una alta importancia en el tema de investigación (centralidad) y un alto desarrollo del tema (densidad). Para el caso de este análisis, se identifican dos tópicos que están cerca de este cuadrante, el

primero aborda temas de inducción de resistencia, estrés abiótico y las palabras de ácido salicílico, ácido abscísico y *Arabidopsis thaliana*. El segundo tópico aborda el estrés oxidativo, actividad antioxidante y licopenos.

- **Tópicos Base o transversales:** Son aquellos tópicos que se ubican en el cuadrante inferior derecho, los cuales se caracterizan por tener una importancia media y alto desarrollo. Se destacan tres clústeres, el primero y de mayor tamaño aborda temas de estrés abiótico, estrés por sequía, salinidad y estrés por salinidad. El segundo clúster aborda los temas de estrés hídrico, prolina y tolerancia a sales. El tercer clúster aborda trabajos en rendimientos y calidad del fruto, irrigación, uso eficiente del agua, invernaderos.
- **Tópicos emergentes o decadentes:** son aquellos tópicos en el cuadrante inferior izquierdo cuya importancia y desarrollo aún es baja y puede estar asociada a un tópico relativamente nuevo o un tópico que ha perdido relevancia. Entre estos tópicos se identificaron temas como fluorescencia de la clorofila, fotosíntesis, estrés al calor y enzimas antioxidantes.
- **Tópicos altamente desarrollados:** son aquellos tópicos en el cuadrante superior izquierdo que cuenta con un alto desarrollo, pero aún su importancia global es baja. Aquí se destacan tópicos como el uso de la bioinformática en la expresión génica del cultivo para identificar respuestas a estrés, tolerancia a estrés. El segundo tópico aborda proteómica, bioestimulantes, sensores remotos del suelo. El tercero tópico aborda biofertilizantes, manejo integrado de plagas y enfermedades y el uso de control biológico, biopesticidas, biocontroladores.

Figura 16. Mapa temático



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 17 se presenta la red de coocurrencia de tópicos clave, la cual permite profundizar en tópicos por clústeres específicos. La red de coocurrencia permite identificar con un mayor detalle y especificidad tópicos en el manejo de suelos de tomate. La red está conformada por 16 clústeres diferenciados por colores que abarcan 360 tópicos. A continuación, se describirán los 5 más grandes.

Clúster 1. Color Rojo –En este clúster son relevantes los temas de fertilización del suelo, micorrizas arbusculares, biofertilización, compost, rendimiento del cultivo, uso de biochar y calidad del fruto.

Clúster 2 Verde, donde se abordan tópicos relacionados con calidad y productividad del

4.3. Análisis documentos referentes

Entre los documentos referentes más relacionados con el tema de manejo de plagas se destacan los siguientes:

Microbial and plant-assisted bioremediation of heavy metal polluted environments: A review Ojuederie, O.B., Babalola, O.O. 2017. International Journal of Environmental Research and Public Health 14(12),1504

Item	Descriptor
Abstract	<p>Environmental pollution from hazardous waste materials, organic pollutants and heavy metals, has adversely affected the natural ecosystem to the detriment of man. These pollutants arise from anthropogenic sources as well as natural disasters such as hurricanes and volcanic eruptions. Toxic metals could accumulate in agricultural soils and get into the food chain, thereby becoming a major threat to food security. Conventional and physical methods are expensive and not effective in areas with low metal toxicity. Bioremediation is therefore an eco-friendly and efficient method of reclaiming environments contaminated with heavy metals by making use of the inherent biological mechanisms of microorganisms and plants to eradicate hazardous contaminants. This review discusses the toxic effects of heavy metal pollution, and the mechanisms used by microbes and plants for environmental remediation. It also emphasized the importance of modern biotechnological techniques and approaches in improving the ability of microbial enzymes to effectively degrade heavy metals at a faster rate, highlighting recent advances in microbial bioremediation and phytoremediation for the removal of heavy metals from the environment as well as future prospects and limitations. However, strict adherence to biosafety regulations must be</p>

Item	Descriptor
	followed in the use of biotechnological methods to ensure safety of the environment.
URL	Ver documento

Bypassing Negative Epistasis on Yield in Tomato Imposed by a Domestication Gene. Hosseinzadeh, Soyk, S., Lemmon, Z.H., Oved, M., (...), Eshed, Y., Lippman, 2017. Cell, 169(6), pp. 1142-1155.e12

Item	Descriptor
Abstract	election for inflorescence architecture with improved flower production and yield is common to many domesticated crops. However, tomato inflorescences resemble wild ancestors, and breeders avoided excessive branching because of low fertility. We found branched variants carry mutations in two related transcription factors that were selected independently. One founder mutation enlarged the leaf-like organs on fruits and was selected as fruit size increased during domestication. The other mutation eliminated the flower abscission zone, providing “jointless” fruit stems that reduced fruit dropping and facilitated mechanical harvesting. Stacking both beneficial traits caused undesirable branching and sterility due to epistasis, which breeders overcame with suppressors. However, this suppression restricted the opportunity for productivity gains from weak branching. Exploiting natural and engineered alleles for multiple family members, we achieved a continuum of inflorescence complexity that allowed breeding of higher-yielding hybrids. Characterizing and neutralizing similar cases of negative epistasis could improve productivity in many agricultural organisms
URL	Ver documento

Tolerance to stress combination in tomato plants: New insights in the protective role of melatonin. Martinez, V., Nieves-Cordones, M., Lopez-Delacalle, M., (...), Mittler, R., Rivero, R.M. 2018. *Molecules* 23(3),535

Item	Descriptor
Abstract	<p>Abiotic stresses such as drought, heat or salinity are major causes of yield loss worldwide. Recent studies have revealed that the acclimation of plants to a combination of different environmental stresses is unique and therefore cannot be directly deduced from studying the response of plants to each of the different stresses applied individually. The efficient detoxification of reactive oxygen species (ROS) is thought to play a key role in enhancing the tolerance of plants to abiotic stresses. Here, we report on the role of melatonin in the protection of the photosynthetic apparatus through the increase in ROS detoxification in tomato plants grown under the combination of salinity and heat, two of the most common abiotic stresses known to act jointly. Plants treated with exogenous melatonin showed a different modulation in the expression on some antioxidant-related genes and their related enzymes. More specifically, ascorbate peroxidase, glutathione reductase, glutathione peroxidase and phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase (APX, GR, GPX and Ph-GPX, respectively) showed an antagonistic regulation as compared to plants that did not receive melatonin. This translated into a better antioxidant capacity and to a lesser ROS accumulation under stress combination. The performance of the photosynthesis parameters and the photosystems was also increased in plants treated with exogenous melatonin under the combination of salinity and heat. In accordance with these findings, tomato plants treated with melatonin were found to grow better under stress combination than the non-treated ones. Our study highlights the important role that exogenous melatonin plays in the acclimation of plants to a</p>

Item	Descriptor
	combination of two different abiotic stresses, and how this compound can specifically regulate oxidative stress-related genes and enzymes to increase plant tolerance.
URL	Ver documento

5. Tierras

5.1. Indicadores de actividad e impacto

Para el área temática de tomate en especial el impacto de “tierras” se identificaron 583 publicaciones de acuerdo con un análisis específico de palabras claves donde se permite establecer la visibilidad por año, autor, instituciones, entre otros. A continuación, se abordarán estos indicadores por cada una de las ecuaciones establecidas.

5.1.1. Indicadores de actividad

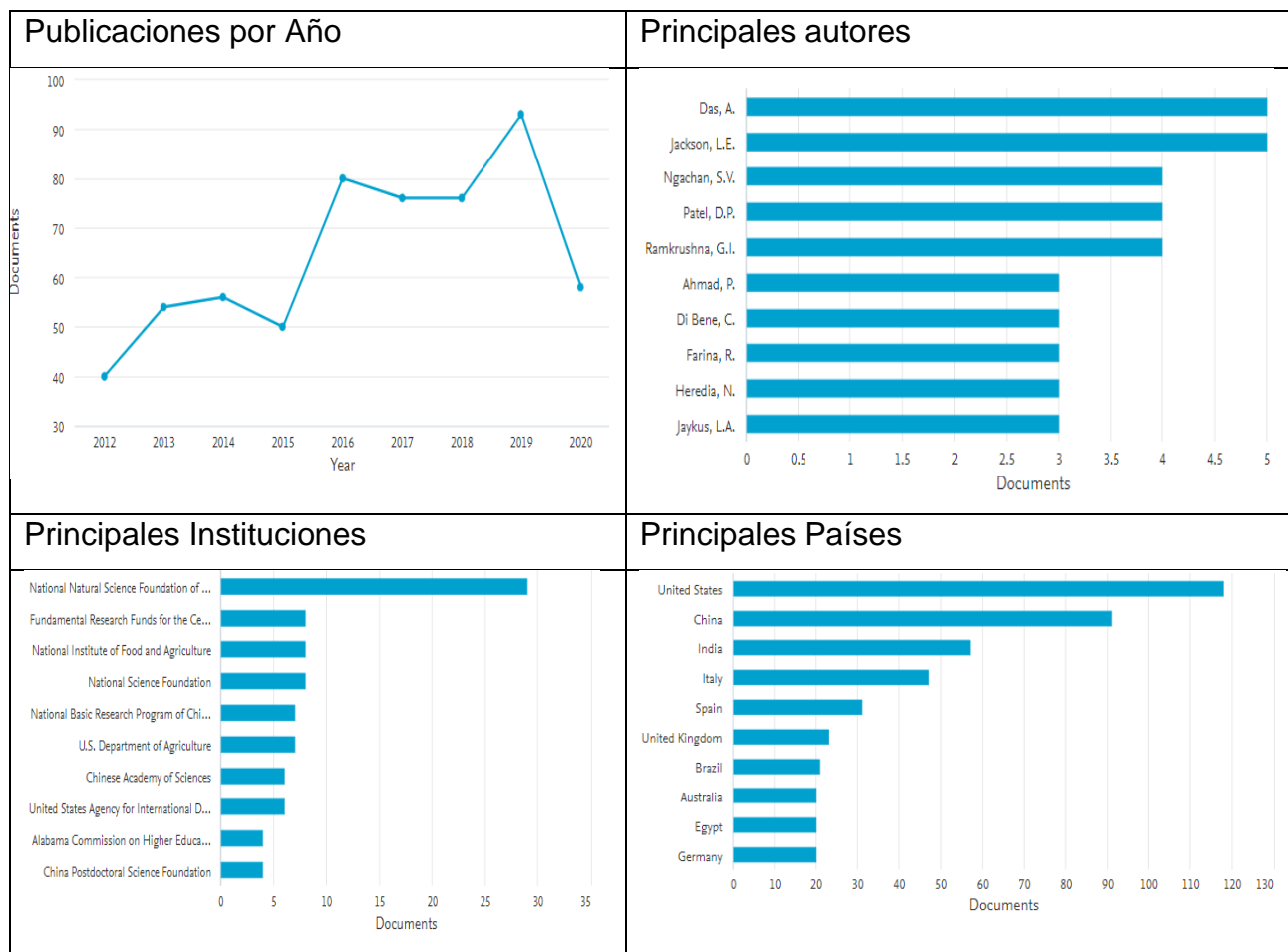
En la Figura 18 se presentan los indicadores de actividad para la investigación en tierras para el Tomate, se identifica una tendencia creciente de publicaciones en el periodo de análisis 2012-2019, pasando de 40 en el año 2012 a 93 publicaciones en el 2019. Das, A es el autor con mayor cantidad reportada, 5 publicaciones y 34 citaciones, del Complejo de Investigación para la región de North Eastern su énfasis se basa en la configuración de la tierra RBS para la agricultura orgánica y ecológica en la India. Jackson, L.E. de la universidad de California de Estados Unidos es el segundo autor con 5 publicaciones, enfocadas en las características fisicoquímicas, nutrientes y prácticas agrícolas del suelo, el siguiente autor Ngacham S.V. del Complejo de Investigación para la región de North Eastern con 4 publicaciones y 34 citaciones, sus publicaciones se enfocan en la tierra RBS en agricultura orgánica y ecológica.

Entre las instituciones con mayor número de publicaciones, se destacan: National Natural Science Foundation of China con 28 publicaciones, Fundamental Research Funds for the Central Universities y National Institute of Food and Agriculture y National Institute of Food

and Agriculture con igual número de publicaciones. Los Países con mayor investigación son a su vez los que lideran la producción de tomate: Estados Unidos, China e India.

Por tipología de publicación, el 82% de los registros corresponden a Artículos científicos, 7% a documentos de presentación preliminares, el 5% documentos de revisión y el 4% a capítulos de libro.

Figura 18. Indicadores de actividad (Tierras-Tomate)



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

Respecto a las áreas de trabajo de los documentos, el 35,1% corresponden a Ciencias Agrícolas y Biológicas; el 19,7% a Ciencias Ambientales, el 9,3% se encuentra en

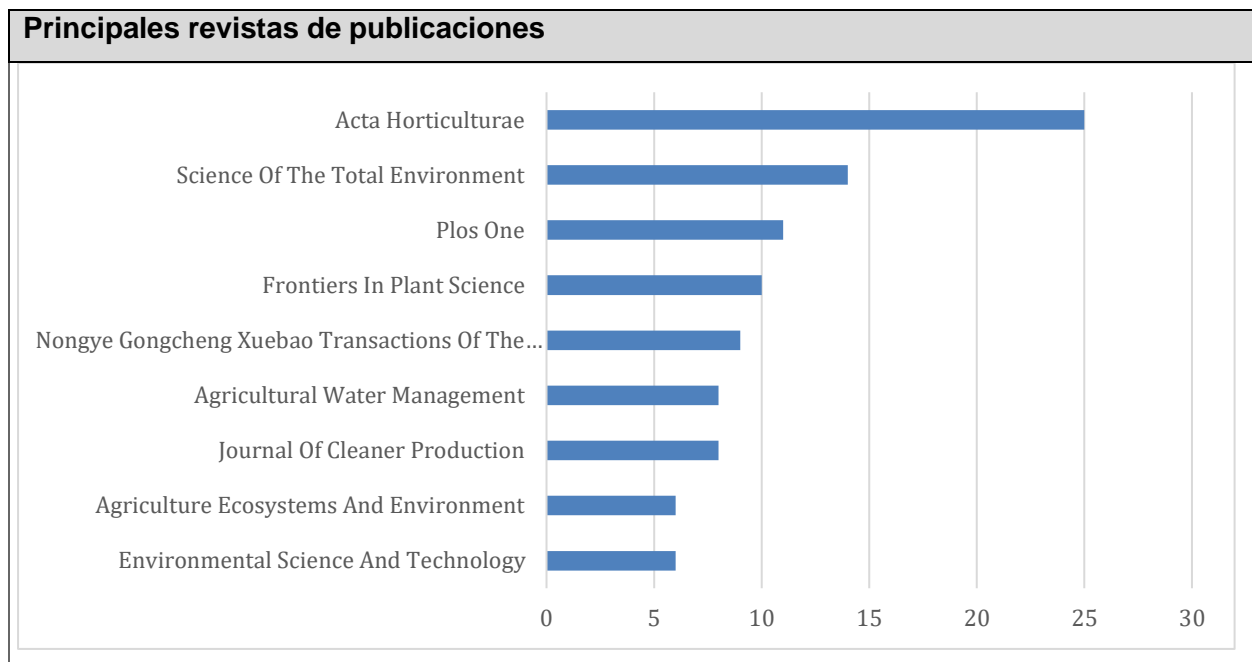
Bioquímica, Genética y Biología Molecular, el 26,6% está centrado en ciencias de la tierra y planetarias, ciencias sociales, inmunobiología y microbiología, química, energía e ingeniería.

Como se puede observar en la siguiente tabla, entre las principales revistas se destacan: Acta Horticulturae con 25 publicaciones, Science Of The Total Environment 14, Plos One 11 y Frontiers In Plant Science con 10 publicaciones.

Tabla 7. Indicadores de actividad 2 (Tierra-Tomate)

Principales áreas de publicación		
Temática	No. Documentos	Figura
Ciencias Agrícolas y Biológicas	349	
Ciencia medioambiental	196	
Bioquímica, Genética y Biología Molecular	93	
Ingeniería	62	
Ciencias de la Tierra y Planetarias	49	
Ciencias Sociales	39	
Inmunología y microbiología	24	
Química	23	
Energía	23	

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® y Web of Science®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® y Web of Science®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

5.1.2. Indicadores de impacto

En el siguiente cuadro se visualiza el total de citaciones y las 5 publicaciones más citadas; así como el comportamiento de la colaboración de autores por publicaciones.

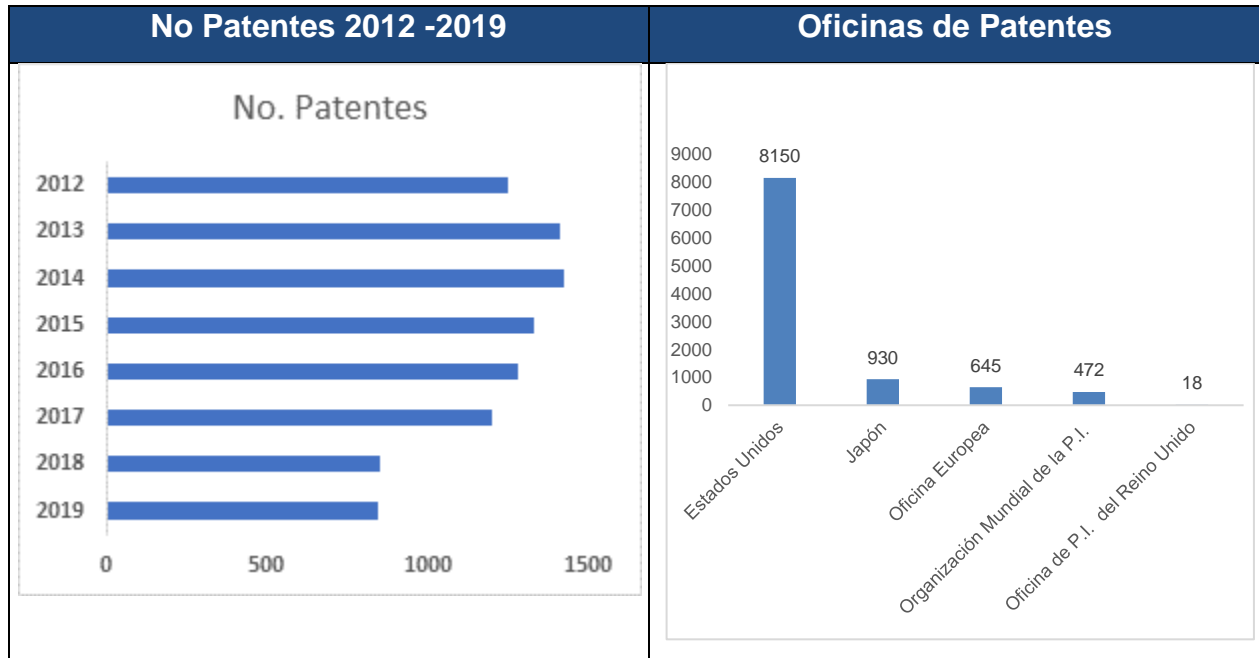
Tabla 8. Indicadores clave de impacto

Grupo de indicadores	Indicadores		Análisis
Citaciones	Total de citaciones por año	2239	Aproximadamente 17912 citaciones se presentaron en el periodo de análisis, por año 2239 citaciones de los documentos de investigación del periodo 2012-2019
	Citaciones por publicación	11,79	
	Citas promedio por año	2,23	
Publicaciones	Publicaciones más citadas		Las 5 publicaciones más citadas son: Human health risk assessment of heavy metals in soil-vegetable system: A multi-medium analysis; Liu, X., Song, Q., Tang, Y., (...), Wang, F., Brookes, P.C.; Science of the

Grupo de indicadores	Indicadores	Análisis	
		<p>Total Environment 463-464, pp. 530-540 (2013). (345)</p> <p>Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively managed agricultural landscape; Bowles, T.M., Acosta-Martínez, V., Calderón, F., Jackson, L.E.; Soil Biology and Biochemistry 68, pp. 252-262 (2014). (285)</p> <p>Amelioration of high salinity stress damage by plant growth-promoting bacterial endophytes that contain ACC deaminase; Ali, S., Charles, T.C., Glick, B.R.; Plant Physiology and Biochemistry 80, pp. 160-167 (2014). (201)</p> <p>Role of transgenic plants in agriculture and biopharming; Ahmad, P., Ashraf, M., Younis, M., (...), Akram, N.A., Al-Qurainy, F.; Biotechnology Advances 30(3), pp. 524-540 (2012). (130)</p> <p>Comparative Phylogenomics Uncovers the Impact of Symbiotic Associations on Host Genome Evolution; Delaux, P.-M., Varala, K., Edger, P.P., (...), Pires, J.C., Ané, J.-M.; PLoS Genetics 10(7),e1004487 (2014). (123)</p>	
Colaboración	Colaboración de Autores		
	Documentos de un solo autor	43	En la colaboración entre autores sobre las publicaciones se evidencia que 2463 participaron en documentos con varios autores, 43 documentos fueron realizados por un solo autor, el índice de colaboración es de 4,56
	Coautores por documento	4,79	
	Índice de Colaboración	4,56	
	Autores de documentos varios autores	2463	

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

Figura 20. Patentes (Tierra-Tomate)

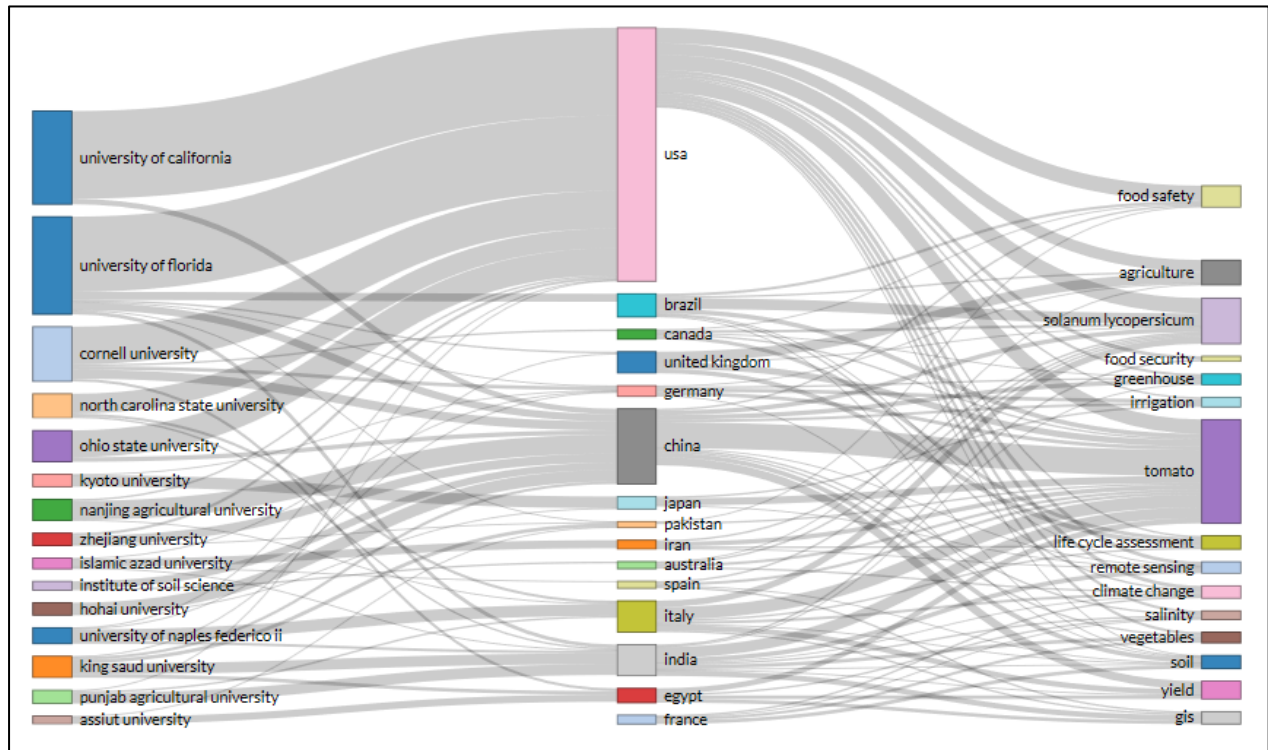


Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus® y Web of Science®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

5.3. Indicadores de coocurrencia

El gráfico Sankey en la Figura 21 presenta la relación entre países con sus instituciones y los temas relevantes de investigación. El objetivo de este gráfico, es identificar los tópicos relevantes motor para la temática de “tierras” y la representatividad durante el periodo 2012-2019, Estados Unidos genera publicaciones con las universidades de California, la Universidad de Florida y Cornell university de investigaciones agropecuarias de tomate, China en colaboración con la Universidad de Florida, Nanging agricultura University y hohai university trabajan en estudios del tomate, su rendimiento y seguridad alimentaria; India genera 35 publicaciones con la universidad de Napoles Felipe II, centra buena parte de sus investigaciones en el rendimiento del tomate.

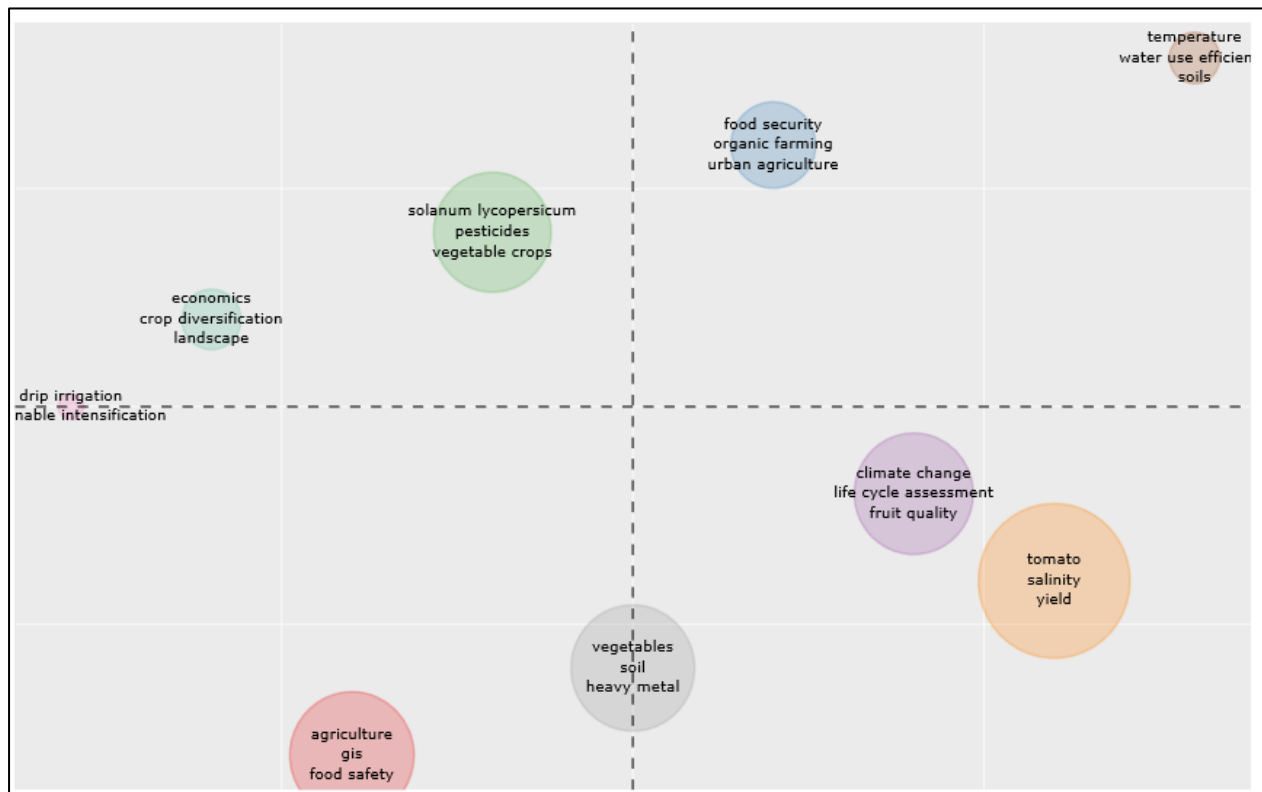
Figura 21. Gráfico Sankey Coocurrencia



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 22 se presenta el mapa temático de categorización de tópicos para el área temática de tierras. Este mapa permite categorizar a través del uso de algoritmos de correlación de palabra clave diferenciados por 4 categorías:

Figura 22. Gráfico temático MCA



Elaboración propia a partir de datos Scopus. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

Los tópicos motor-ubicados en la parte superior derecha se caracterizan por ser de alta importancia en la investigación, se identifican seguridad alimentaria, agricultura ecológica, agricultura urbana, orgánica, uso eficiente del agua y suelos.

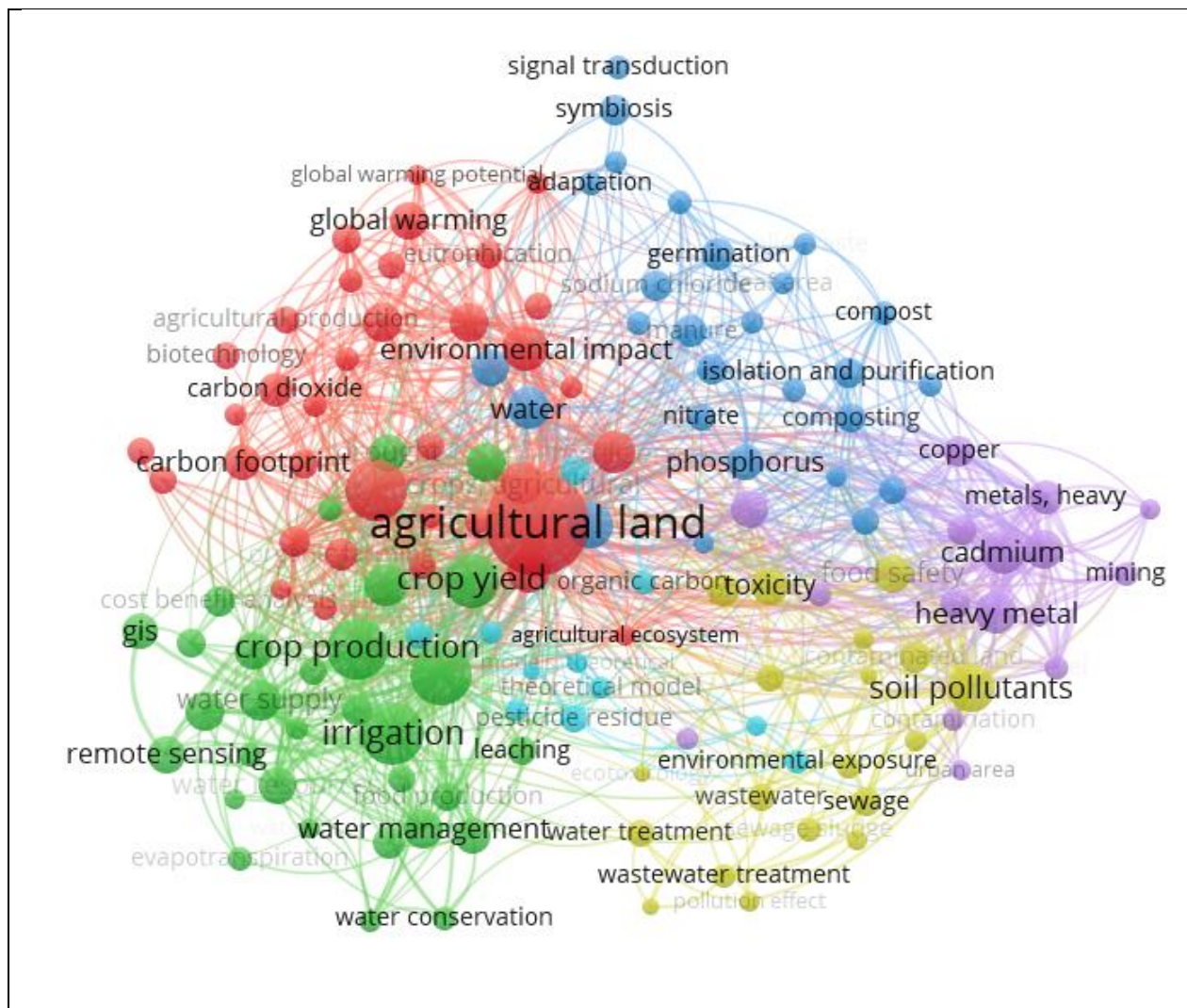
Los tópicos transversales se ubican en el cuadrante inferior derecho, su importancia es de media y alta, se identifican los siguientes tópicos: cambio climático, evaluación del ciclo de vida, procesamiento del tomate, rendimiento de salinidad e invernadero.

Los tópicos emergentes o decadentes se ubican en el cuadrante inferior izquierdo cuya importancia es baja y se asocia a un tópico nuevo o a tópico que ha perdido relevancia, entre ellos esta Sistema de Información geográfica (GIS), irrigación, biocarbón y agricultura orgánica.

Los tópicos altamente desarrollados se ubican en el cuadrante superior izquierdo, cuentan con alto grado de desarrollo, pero su importancia global es baja, entre ellos se encuentran los tópicos de pesticidas, ciencias económicas, diversificación de cultivos y cultivos de hortalizas.

La Figura 23 muestra la red de coocurrencia de tópicos clave, la cual permite profundizar en tópicos por clústeres específicos.

Figura 23. Gráfico Red Coocurrencia



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento VOSviewer

La red de coocurrencia permite identificar con un mayor detalle y especificidad tópicos en la temática de tierras. La red está conformada por 6 Clúster diferenciados por colores que abarcan 140 tópicos.

1. **Clúster Rojo - Tierra Agrícola:** en este clúster se destacan investigaciones ambientales en ecosistema agrícola, impacto ambiental, calentamiento global, efecto invernadero adicionalmente se evidencian investigaciones de huella de carbono, dióxido de carbono la producción de agricultura y todo lo referente a agricultura ecológica, alternativa y orgánica.
2. **Clúster Verde – Uso del suelo:** En este clúster se analizan e investigan tópicos relacionados a la producción de cultivos, irrigación, aplicación de fertilizantes, sequia, además el suministro, conservación, gestión, eficiencia y sustentabilidad del agua; así como las investigaciones en Sistema de Información geográfica.
3. **Clúster Azul – Fertilizantes:** En este clúster se identifican factores que inciden en los componentes de la tierra como son: el agua, fosforo, manganeso, potasio, cloruro de sodio, nitrato y sodio. Adicionalmente investigaciones en aislamiento y purificación, agroecosistema, tierra cultivada y riego agrícola.
4. **Clúster Amarillo – Contaminación del suelo:** En este clúster las investigaciones se centran en toxicidad, aguas residuales su tratamiento y contaminantes, tierra contaminada y efectos de contaminación.
5. **Clúster Morado – Metales:** Este Clúster las investigaciones se basan en metales tales como: Cadmio, metal pesado, plomo, cromo, cobre, níquel, adicional se destacan tópicos asociados a la contaminación por metales pesados y ambiental.
6. **Clúster Azul claro –** En este Clúster analizan investigaciones en diferentes factores del carbón orgánico, exposición ambiental, calidad del agua, evaluación ambiental y protección del medio ambiente

6. Material de Siembra y Mejoramiento genético

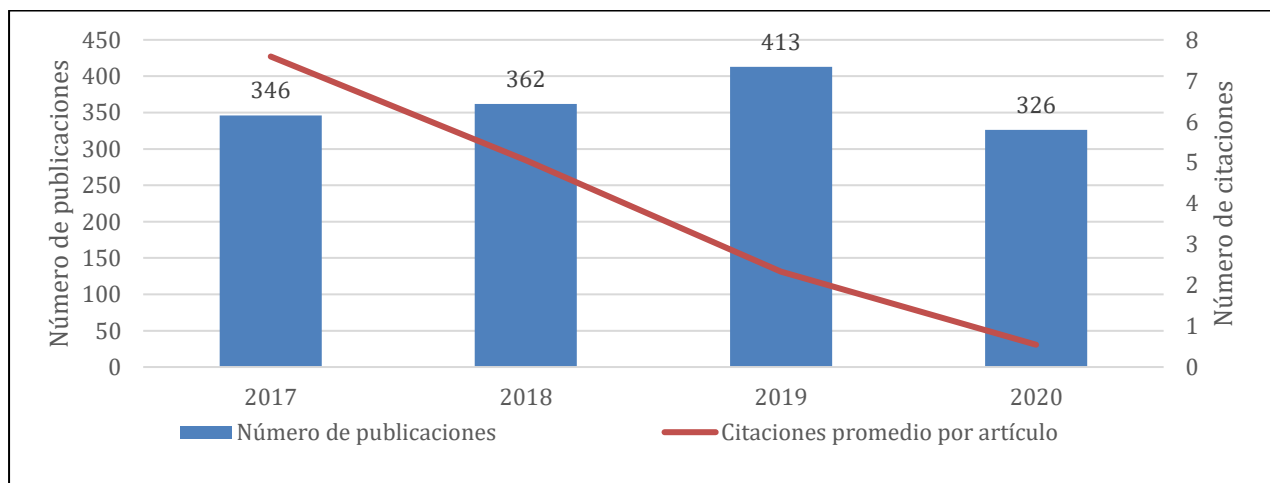
El área temática de material de siembra y mejoramiento genético comprende investigaciones relacionadas con la modificación, agregación de valor y generación de nuevas características en el tomate y sus semillas. La estrategia de búsqueda diseñada para esta área temática tiene como base la ecuación estructural definida a continuación:

TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 (improvement OR breed* OR "genetic improvement" OR seedling OR nurser* OR seed* OR grafting OR graf*)) AND PUBYEAR > 2016

6.1. Indicadores de actividad e impacto

En esta sección se desarrolla el análisis general de la productividad científica en material de siembra y mejoramiento genético de tomate en el mundo, contemplando ecuación de búsqueda en la base de información indexada de Scopus®. La ecuación utilizada recupero de Scopus 1447 registros de publicaciones. En la figura 24 se presenta la dinámica de publicaciones y citasiones.

Figura 24. Dinámica de publicaciones

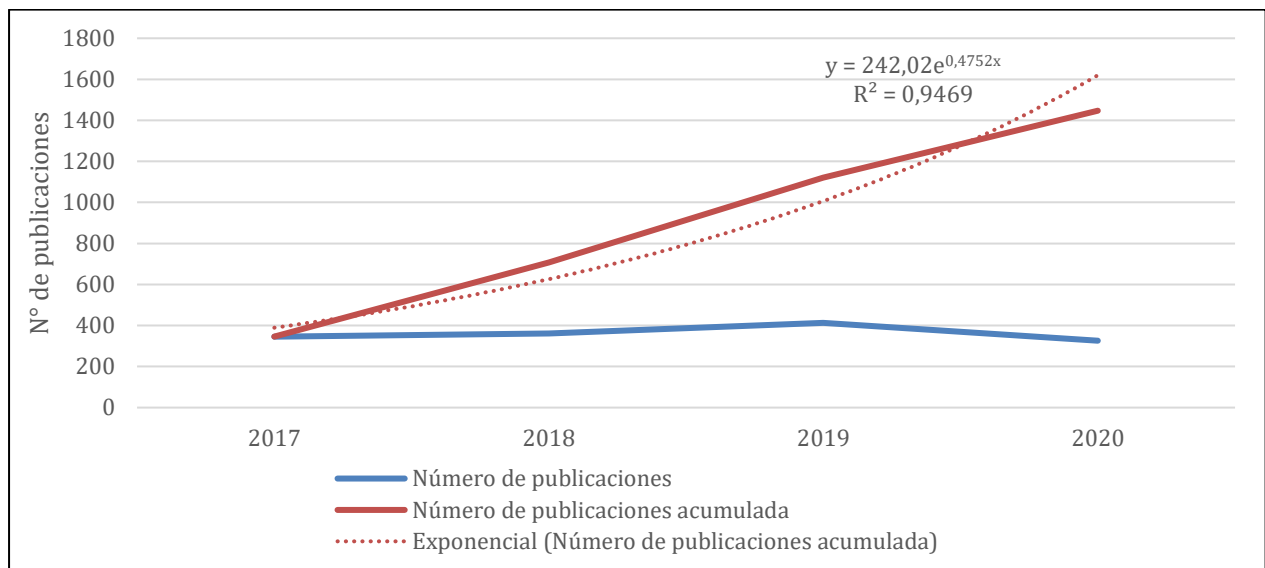


Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Excel®

Se observa un crecimiento sostenido en la investigación en poscosecha de tomate hasta 2019 en que alcanza su mayor pico de actividad, lo que presupone que en estos años se desarrollaron avances significativos para en esta temática. De manera homóloga la dinámica de citas, en este periodo, alcanza un pico en 2017 y se genera una disminución sostenida hasta septiembre de 2020.

La dinámica de publicaciones al ser analizada a través de la Ley de Solla-Price que determina el crecimiento de la ciencia, permite identificar la tasa de crecimiento y el periodo de duplicidad en la generación de conocimiento en material de siembra y mejoramiento genético. En la figura 25 tomando los datos acumulados de la serie de registros únicos se presentan un comportamiento exponencial creciente.

Figura 25. Ley de Solla-Price para el conocimiento científico en material de siembra y mejoramiento genético



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Excel®

Las ecuaciones de las líneas de tendencia permiten a través del valor del exponente ($b = 0,4752$) realizar los siguientes cálculos:

$$Tasa\ de\ crecimiento = 100(e^b - 1) ; = 60,8\%$$

$$Periodo\ de\ duplicidad = \frac{Ln(2)}{b} ; = 1,46\ años$$

En la Tabla 9 se presenta un resumen de los principales indicadores de impacto para la producción científica de esta área temática en los último 4 años

Tabla 9. Indicadores de impacto generales del corpus

Ítem	Descriptivo
Periodo de actividad	2017 - 2021
Número de fuentes de consulta	394
Número de documentos	1081
Citaciones promedio por documento	3.48
Citaciones anuales promedio por documento	1.224
Número de referencia	42047

Tipos de documentos	
Artículos	936
Artículo de conferencia	104
Artículos de revisión (reseñas)	17
Capítulo de libro	15
Otros	9

Datos generales documentos	
Número de palabras clave de indexación	4200
Número de palabras clave de autores	2938
Nº de autores	4088
Nº de apariciones de autores	5474
Nº de autores en publicaciones sin coautores	26
Nº de autores en publicaciones con coautores	4062

Colaboración	
Nº de documentos con un único autor	45
Promedio de autores por documento	3.78
Promedio de coautores por documento	5.06
Índice de colaboración	3.86

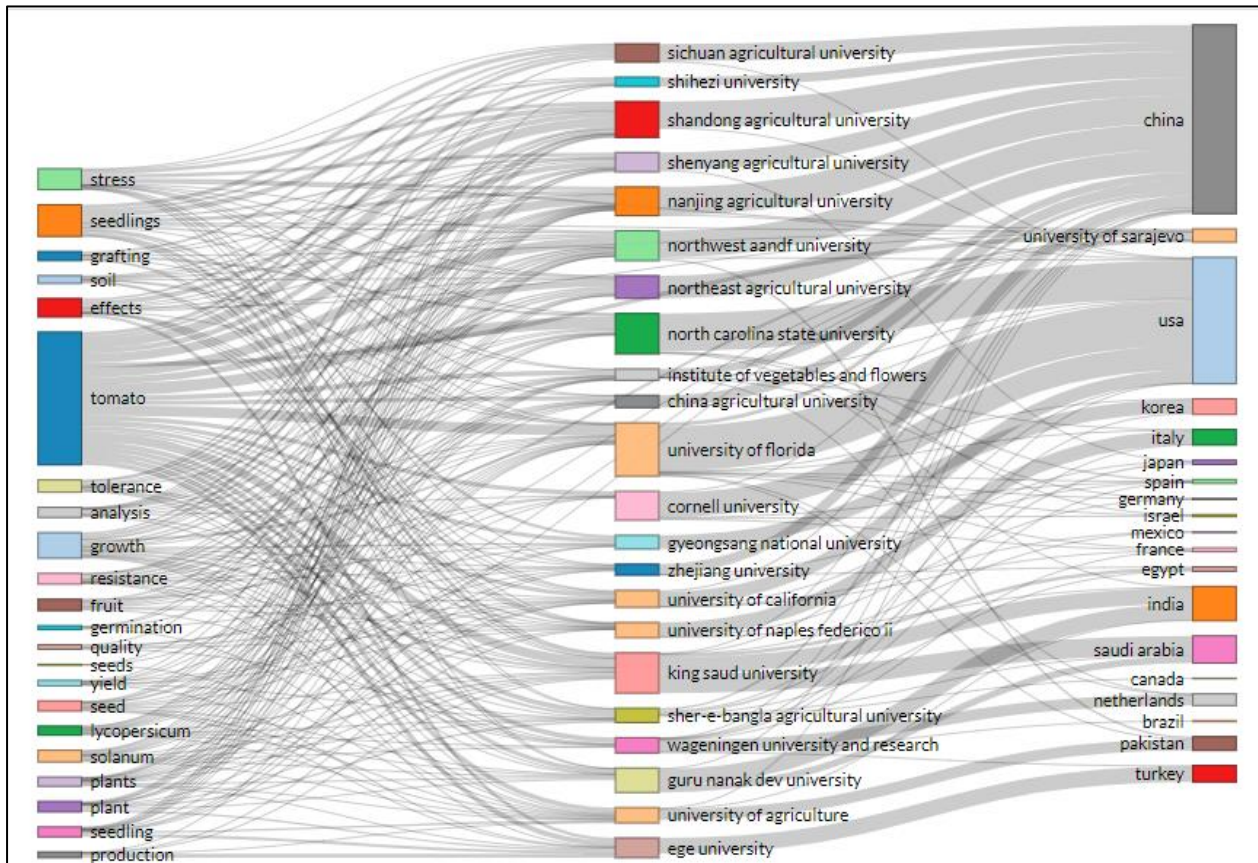
Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Los indicadores de impacto clave asociados a la dinámica de publicaciones son el número de citas promedio por año y el número de citas promedio por artículo.

Una primera aproximación a los indicadores relacionados con los componentes de datos de fuentes de información, autores, países, instituciones y tópicos clave (palabras clave de autores y de indexación), son los gráficos de tres campos o *Sankey Plot*. Este tipo de gráfico presenta los flujos de interrelación entre diferentes campos de metadatos (entre más ancha sea la representación del flujo mayor número de documentos están relacionados).

En la Figura 26 se presentan el gráfico Sankey que relaciona los tópicos clave generales de investigación en material de siembra y mejoramiento genético, las instituciones que están trabajando en estos temas y los países a los que pertenecen estas instituciones. Se destacan cómo tópicos relevantes como mejoramiento de la calidad de la semilla, injertos, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia a estrés hídrico y tasa de germinación. Estos temas se desarrollan en países líderes como China (Universidad Agrícola de Naijing, Universidad Agrícola de Sichuan y Universidad Agrícola de Shenyang), Estados Unidos (Universidad de Carolina del Norte, Universidad de California, Universidad de Florida y Universidad de Cornell), India (Guru Nakak Dev University), Italia (Universidad de Nápoles Federico II) y Holanda (Wageningen University).

Figura 26. Gráfico Sankey Tópicos-Instituciones-Países



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®.

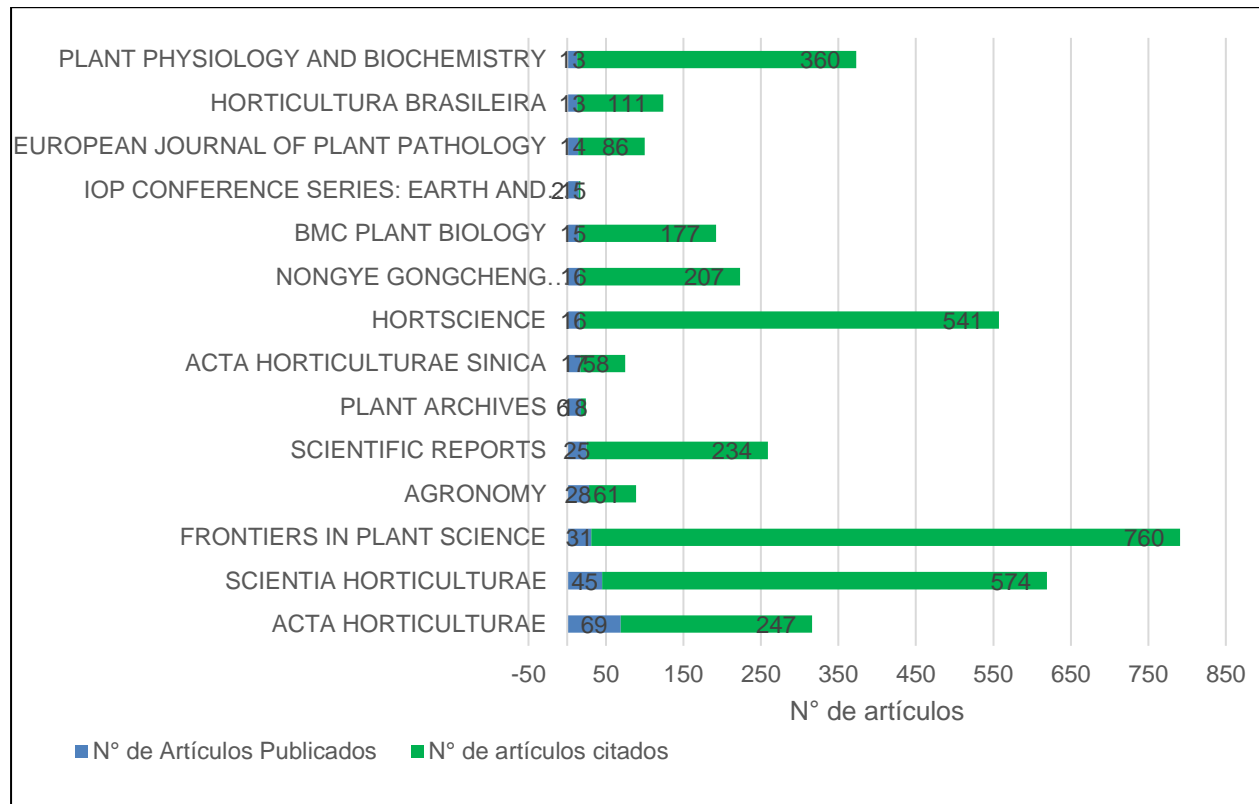
6.1.1. Fuentes de consulta

Las principales fuentes de consulta relacionadas con la investigación en Poscosecha y transformación, se categorizan en aquellas en que se están publicando los avances en esta área y aquellas que se relacionan con las citas o referencias en las publicaciones identificadas en este temá. En la figura 27 se presentan la categorización de las principales fuentes de consulta.

Se destaca que existe coherencia entre la principal fuente de consulta en que se publica con aquella de la que se toma línea de base para el desarrollo de las investigaciones, lo que es el caso de la revista *Acta Horticulturae* con 69 publicaciones afines a la temática

y 247 referencias citadas por los documentos del corpus; así como el de la revista *Scientia Horticulturae* la cual reporta 45 publicaciones asociadas al tema, y 574 referencias citadas. Complementariamente, se destacan cómo revistas especializadas *Frontiers in plant Science*, *Agronomy*, *Scientific Reports* y *Hortscience* orientadas a temas de material de siembra y mejoramiento genético. Caso particular es el de las revistas *Hortscience* y *Plant Physiology And Biochemistry* en que si bien no cuentan con gran número de publicaciones en el tema específico de estudio (16 y 13 respectivamente), si son fuente de consulta continua con 541 y 360 referencias citadas.

Figura 27. Principales fuentes de consulta



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

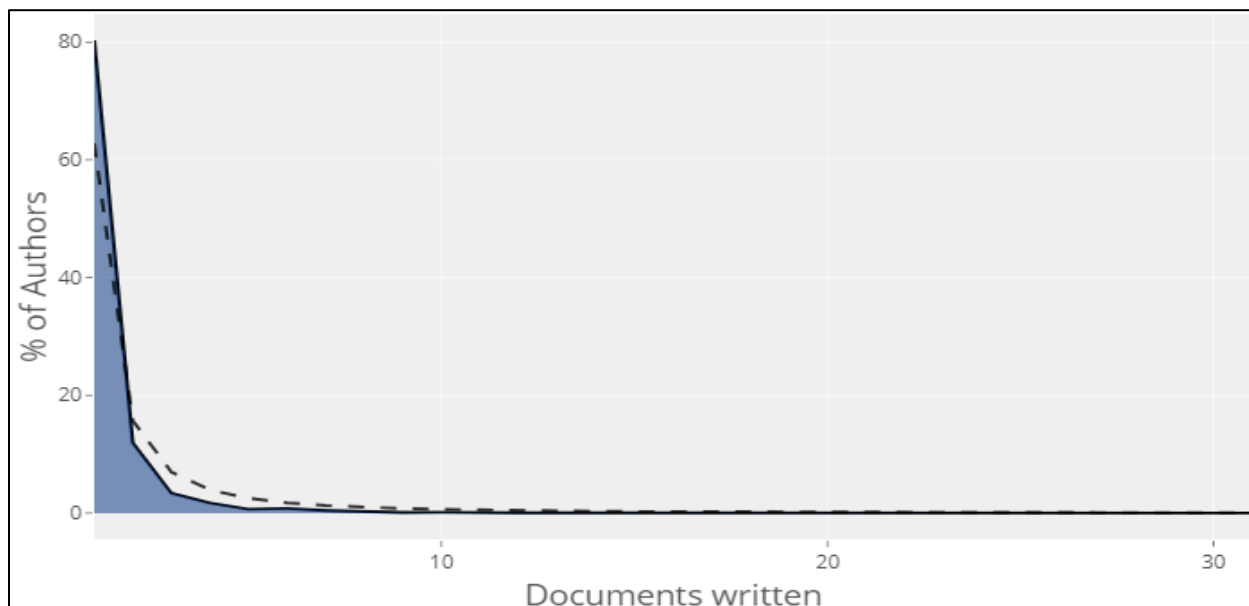
La Ley de Bradford permite categorizar las fuentes de consulta en zonas de importancia para el desarrollo de la temática la zona 3 comprende 384 journals; la zona 2 con 115

journals y la zona 1 o zona nuclear 29 journals. Esta zona comprende 480 publicaciones del corpus equivalentes al 33,2% de las publicaciones. En términos de impacto los journals con mayor índice H son *Frontiers in Plant Science* (10), *Scientia Horticulturae* (8), *Scientific Reports* (7), *BMC PLANT BIOLOGY* (7), *Agronomy* (5), *Plos One* (5), y *Hortscience* (4).

6.1.2. Autores

El análisis de autores tiene como punto de partida la Ley de Lotka, la cual establece la focalización en aquellos autores que proporcionalmente cuentan con la mayor productividad. En la Figura 28 se presentan el Gráfico de la Ley de Lotka para las investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético. Como se puede observar aquellos autores que cuentan con 3 o más publicaciones constituyen los autores más relevantes (7,4% del total de autores) y el 92,6% del total de autores solo cuentan con una o dos publicaciones.

Figura 28. Ley de Lotka



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Una vez identificada la zona *core* de autores se procede a desarrollar su análisis y caracterización en la Tabla 10, contemplando su afiliación institucional, país, número de artículos publicados, citas recibidas, Índice H como factor de impacto de cada autor y su publicación más relevante con el identificador digital de objeto DOI (para consulta de los resultados).

Tabla 10. Autores más productivos y citados en el corpus.

Autor	Organización	País	Índice H	Citas totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citas
Wu, Z [10]	Nanjing Agricultural University	China	7	144	<ul style="list-style-type: none"> DROUGHT STRESS HAD A PREDOMINANT EFFECT OVER HEAT STRESS ON THREE TOMATO CULTIVARS SUBJECTED TO COMBINED STRESS (10.1186/s12870-017-0974-x) 	75
					<ul style="list-style-type: none"> PHYSIOLOGICAL RESPONSE TO HEAT STRESS DURING SEEDLING AND ANTHESIS STAGE IN TOMATO GENOTYPES DIFFERING IN HEAT TOLERANCE (10.1111/jac.12166) 	19
Siddiqui, M.H [10]	King Saud University	Arabia Saudita	5	70	<ul style="list-style-type: none"> EXOGENOUS MELATONIN COUNTERACTS NaCl-INDUCED DAMAGE BY REGULATING THE ANTIOXIDANT SYSTEM, PROLINE AND CARBOHYDRATES METABOLISM IN TOMATO SEEDLINGS (10.3390/ijms20020353) 	20
					<ul style="list-style-type: none"> EXOGENOUS APPLICATION 	13

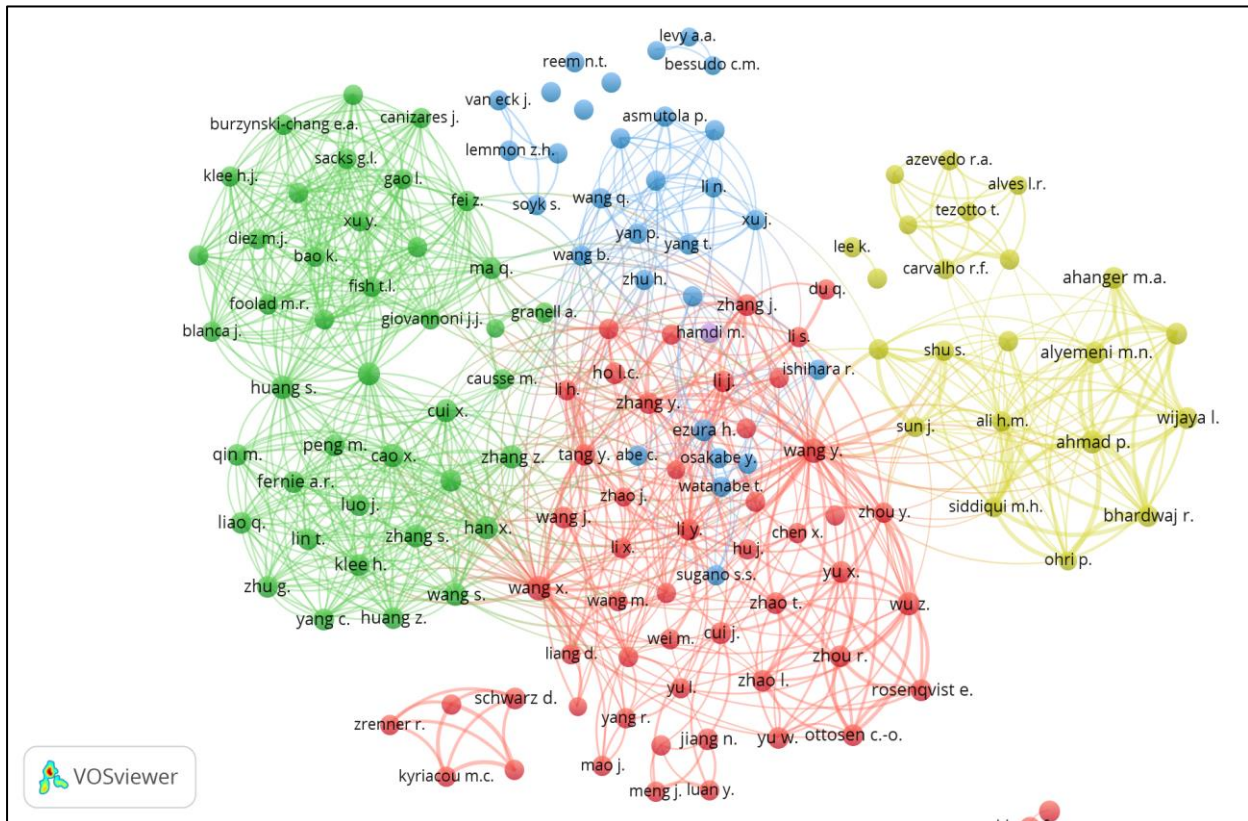
Autor	Organización	País	Índice H	Citasiones totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citasiones
					OF NITRIC OXIDE AND SPERMIDINE REDUCES THE NEGATIVE EFFECTS OF SALT STRESS ON TOMATO (10.1007/s13580-017-0353-4)	
Boiteux, L.S [9]	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa	Brasil	2	7	• THE SW-5 GENE CLUSTER: TOMATO BREEDING AND RESEARCH TOWARD ORTHOTOSPOVIRUS DISEASE CONTROL (10.3389/fpls.2018.01055)	4
					• REACTION OF SOLANUM (SECTION LYCOPERSICON) GERMPLASM TO PHYTOPHTHORA CAPSICI (10.1007/s10658-016-1106-4)	2
Zhou, R [9]	Aarhus Universitet	Dinamarca	4	126	• PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF TOMATOES AT DROUGHT, HEAT AND THEIR COMBINATION FOLLOWED BY RECOVERY (10.1111/ppl.12764)	15
					• EVALUATION OF TEMPERATURE STRESS TOLERANCE IN CULTIVATED AND WILD TOMATOES USING PHOTOSYNTHESIS AND CHLOROPHYLL FLUORESCENCE (10.1007/s13580-018-0050-y)	9
Wei, M [8]	Collaborative Innovation Center	China	4	47	• CARBOHYDRATE ACCUMULATION AND	25

Autor	Organización	País	Índice H	Citaciones totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citaciones
	of Fruit and Vegetable Quality and Efficient Production				SUCROSE METABOLISM RESPONSES IN TOMATO SEEDLING LEAVES WHEN SUBJECTED TO DIFFERENT LIGHT QUALITIES (10.1016/j.scienta.2017.07.053)	
					<ul style="list-style-type: none"> EFFECTS OF DIFFERENT PROPORTIONS OF RED AND BLUE LIGHT ON THE GROWTH AND PHOTOSYNTHESIS OF TOMATO SEEDLINGS (10.13287/j.1001-9332.201705.010) 	11
Van der knaap E [3]	Georgia University	Estados Unidos	3	183	<ul style="list-style-type: none"> REWIRING OF THE FRUIT METABOLOME IN TOMATO BREEDING (10.1016/j.cell.2017.12.019) 	126
					<ul style="list-style-type: none"> THE TOMATO PAN-GENOME UNCOVERS NEW GENES AND A RARE ALLELE REGULATING FRUIT FLAVOR (10.1038/s41588-019-0410-2) 	53

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

En la Figura 29 se presentan la interrelación de los autores más destacados en material de siembra y mejoramiento genético, a través del análisis de acoplamiento bibliográfico, el cual establece la relación entre los autores con base en las referencias que citan.

Figura 29. Acoplamiento bibliográfico de autores (colegios invisibles)

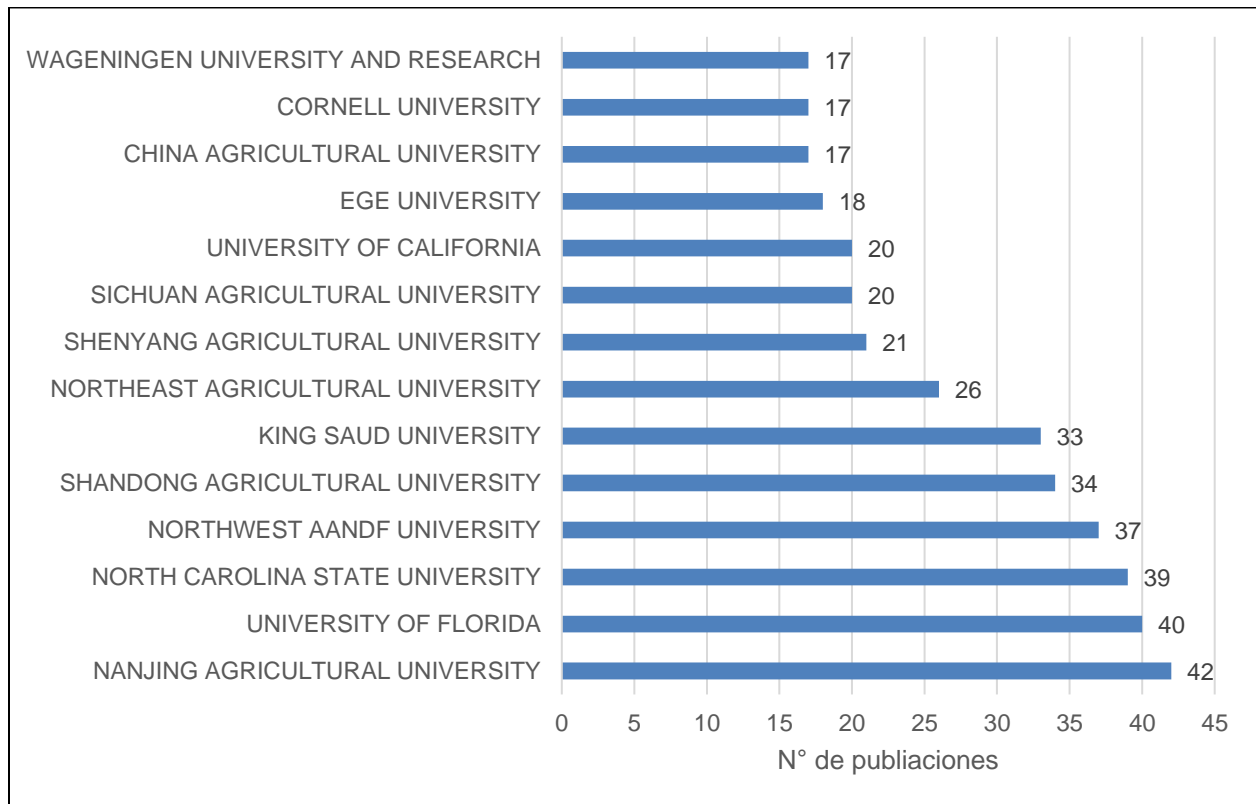


Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

6.1.3. Afiliaciones

El análisis de las instituciones líderes permite identificar referentes locales, regionales e internacionales, para futuros desarrollos conjuntos y ejercicios de referenciación de tecnologías y avances en investigación.

Figura 30. Instituciones líderes



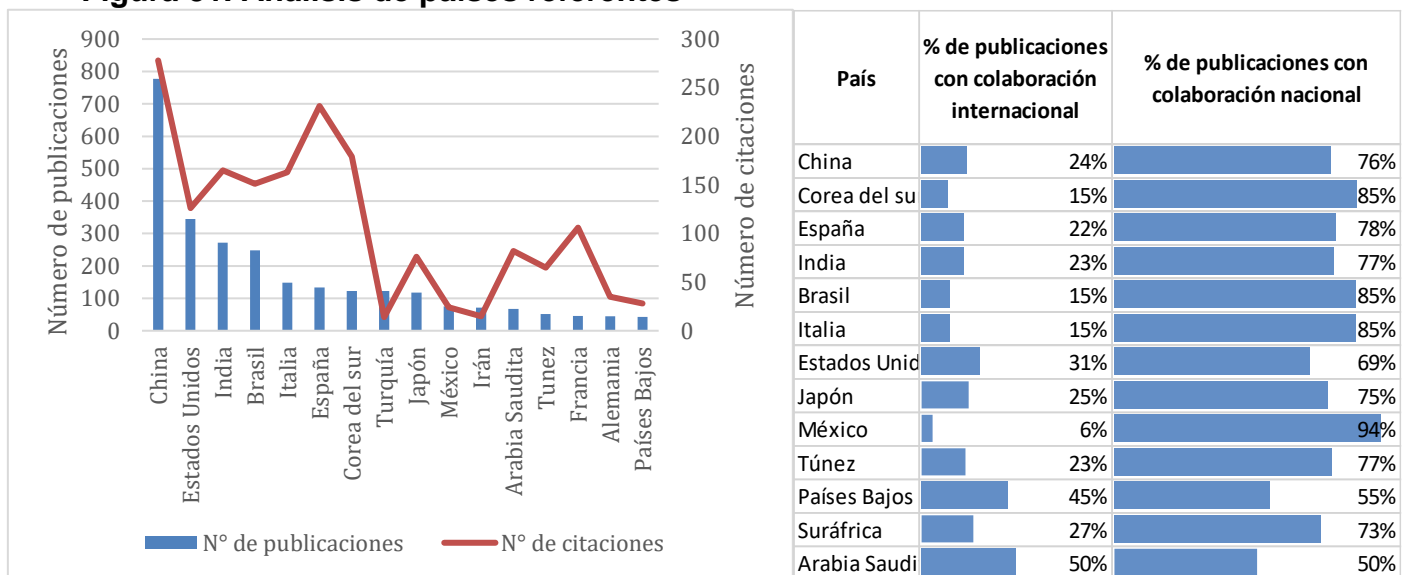
Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

Se destaca la participación de universidades referentes en investigación agropecuaria cómo la Nanjing Agricultural University en China con 42 publicaciones, la Universidad de Florida con 40 publicaciones y la Universidad de Carolina del Norte en Estados Unidos con 38 publicaciones. En la región destacan la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en México con 9 publicaciones y la Universidad de San Pablo de Brasil con 9 publicaciones.

6.1.4. Países

Uno de los indicadores más relevantes al analizar la capacidad de investigación de los países, es su porcentaje de colaboración internacional. En la Figura 31 se presenta para los países que desarrollan investigaciones en material de siembra y mejoramiento genético, su nivel de colaboración, lo cual es un factor decisivo para la formulación de proyectos transnacionales. Los países con mayor porcentaje de colaboración internacional en sus publicaciones son Arabia Saudita, Países Bajos y Estados Unidos, Estados Unidos e Italia. Países como Suráfrica, Japón, China, Túnez, India y España tienen una colaboración entre 22-27%. Países como Corea del Sur, Brasil, Italia y México tienen una colaboración menor al 20%.

Figura 31. Análisis de países referentes



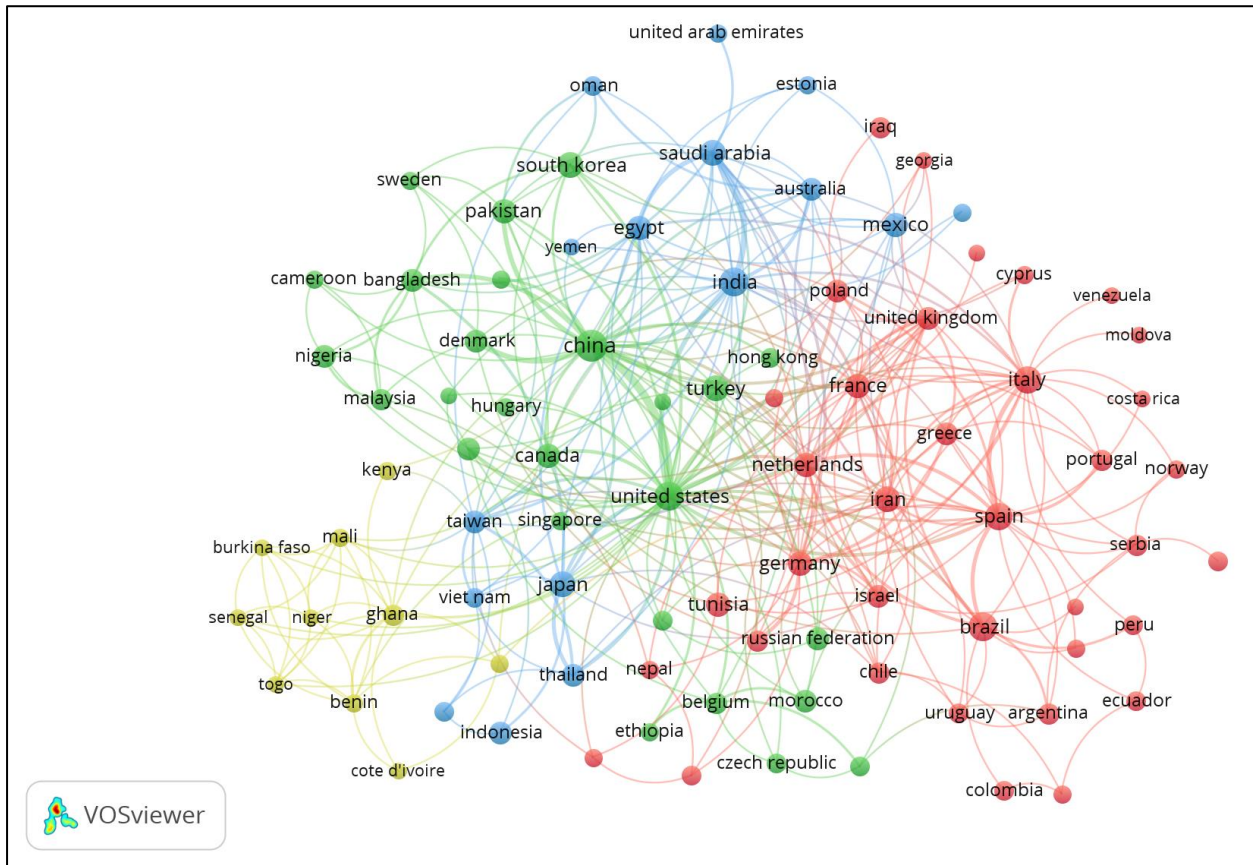
Fuente. Elaboración propia a partir de Información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

Un análisis conjunto de la productividad científica de cada país medida por el número de publicaciones y el número de citas recibidas en el periodo de tiempo permite identificar a los principales referentes. En la Figura 32 se observa que China es el líder en publicaciones con 777 y 278 citas. Estados Unidos con 345 publicaciones ocupa el segundo lugar en este indicador y el cuarto en citas con 126. España con 134

publicaciones es el país con el segundo mayor número de citas 231. En la Región se destaca Brasil con 248 publicaciones y 151 citas.

En la Figura 32 se presentan la red de coautoría de publicaciones en material de siembra y mejoramiento genético entre los principales países líderes. Se destaca la interacción entre China con Estados Unidos, Japón y Francia. España con Italia, Brasil y México tienen un frente de trabajo común. Corea, India e Indonesia son otro grupo de trabajo. Es interesante destacar que la única publicación de Colombia se realizó con China.

Figura 32. Red de cooperación de países.



Fuente. Elaboración propia a partir de Información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

6.1.5. Documentos

Abarcado de manera concreta las publicaciones del corpus integrado, se pueden identificar aquellos más relevantes en los diferentes campos de investigación en Material de siembra y mejoramiento genético. En la Tabla 11 se presentan las publicaciones más citadas del corpus de 1447, la temática principal y su identificador digital de objeto. La tabla presenta las 20 publicaciones más relevantes, las cuales se identificaron por dos indicadores, las citaciones globales en la base de datos y las citaciones locales (por publicaciones del mismo corpus). El primer indicador nos dice que tan importante es la publicación en un contexto general, mientras que el segundo nos indica la importancia del artículo en la “comunidad científica” de material de siembra y mejoramiento genético del tomate. Las filas resaltadas en verde implican publicaciones alineadas con la temática, las publicaciones resaltadas en amarillo publicaciones con afinidad relativa al tema y las publicaciones en rojo aquellas que se encuentran en el contexto de la investigación, pero que no inciden directamente en la temática.

Tabla 11. Documentos más citados.

Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
Photoassimilate Distribution Plants and Crops Source-Sink Relationships	10.1201/9780203743539	Influencia genética en la fisiología de la planta	2017	112	75
Rewiring of the Fruit Metabolome in Tomato Breeding	10.1016/j.cell.2017.12.019	Técnicas de mejoramiento genético	2018	13	126
Tomato Grafting: A Global Perspective	10.21273/HORTSCI11996-17	Técnicas de mejoramiento genético	2017	11	16
Vegetable Grafting: The Implications of a Growing Agronomic Imperative for Vegetable Fruit Quality and Nutritive Value	10.3389/fpls.2017.00741	Técnicas de mejoramiento genético	2017	11	62

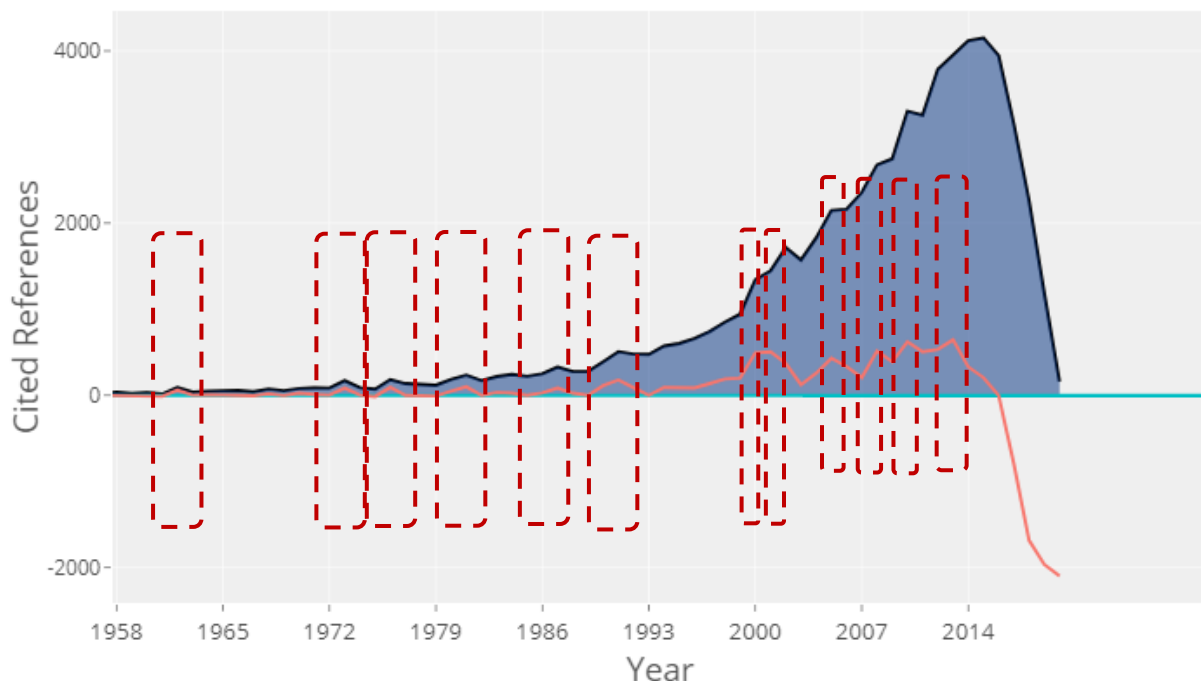
Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
CRISPR/Cas9-induced Targeted Mutagenesis and Gene Replacement to Generate Longshelf Life Tomato Lines	10.1038/s41598-017-12262-1	Técnicas de mejoramiento genético	2017	6	42
Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress	10.1186/s12870-017-0974-x	Variables que afectan a los cultivares	2017	6	75
Rapid breeding of parthenocarpic tomato plants using CRISPR/Cas9	10.1038/s41598-017-00501-4	Técnicas de mejoramiento genético	2017	5	73
Cadmium stress related to root-to-shoot communication depends on ethylene and auxin in tomato plants	10.1016/j.envexpbot.2016.11.008	Variables que afectan a los cultivares	2017	5	40
The tomato pan-genome uncovers new genes and a rare allele regulating fruit flavor	10.1038/s41588-019-0410-2	Mejoramiento de características	2019	4	53
Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment	10.1039/c6ra24762h	Variables que afectan a los cultivares	2017	4	91
Exogenous glutathione alleviates salt-induced oxidative stress in tomato seedlings by regulating glutathione metabolism, redox status, and the antioxidant system	10.1016/j.scienta.2017.02.021	Variables que afectan a los cultivares	2017	3	25
Seeds of pomegranate, tomato and grapes: An underestimated source of natural bioactive molecules and antioxidants from agri-food by-products	10.1016/j.jfca.2017.07.026	Variables que afectan a los cultivares	2017	3	24
Exogenous application of nitric oxide modulates osmolyte metabolism, antioxidants, enzymes of ascorbate-glutathione cycle and promotes growth under cadmium stress in tomato	10.1007/s00709-017-1132-x	Variables que afectan a los cultivares	2018	2	51
Lycopene Is Enriched in Tomato Fruit by CRISPR/Cas9-Mediated Multiplex Genome Editing	10.3389/fpls.2018.00559	Mejoramiento de características	2018	2	34
Rapid improvement of domestication traits in an orphan crop by genome editing	10.1038/s41477-018-0259-x	Técnicas de mejoramiento	2018	1	66

Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
Comparative transcriptome analysis between resistant and susceptible tomato allows the identification of lncRNA16397 conferring resistance to <i>Phytophthora infestans</i> by co-expressing glutaredoxin	10.1111/tpj.13408	Mejoramiento de características	2017	1	63

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

Un análisis complementario que nos permite identificar que publicaciones y en qué año generaron un cambio en el desarrollo histórico de la investigación en material de siembra y mejoramiento genético de tomate es la espectroscopia anual de referencias. En la Figura 33 se identifica en la serie azul la dinámica de citaciones de las referencias del corpus y en la serie de color rojo representa en que periodos de tiempo la citación de referencias tiene una desviación cinco veces mayor que la mediana.

Figura 33. Espectroscopía de referencias



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Se identifican 11 picos de interés para el análisis específico de las referencias citadas en estos años.

- 1962. MURASHIGE T. SKOOG F. A REVISED MEDIUM FOR RAPID GROWTH AND BIO ASSAYS WITH TOBACCO TISSUE CULTURES (1962) *PHYSIOL PLANT* 15 PP. 473-497. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/J.1399-3054.1962.TB08052.X](https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x) BLACKWELL PUBLISHING LTD. (32 citaciones).
- 1973. BATES L.S. WALDREN R.P. TEARE I.D. RAPID DETERMINATION OF FREE PROLINE FOR WATER-STRESS STUDIES (1973) *PLANT SOIL* 39 (1) PP. 205-207. (48 citaciones).
- 1976. BRADFORD M.M.A. RAPID AND SENSITIVE METHOD FOR THE QUANTITATION OF MICROGRAM QUANTITIES OF PROTEIN UTILIZING THE PRINCIPLE OF PROTEIN-DYE BINDING (1976) *ANAL. BIOCHEM.* 72 PP. 248-254 (61 citaciones).
- 1981. NAKANO Y. ASADA K. HYDROGEN PEROXIDE IS SCAVENGED BY ASCORBATE SPECIFIC PEROXIDASE IN SPINACH CHLOROPLASTS (1981) *PLANT CELL PHYSIOL* 22 PP. 867-880 (46 citaciones).
- 1987. SCHWYN B. NEILANDS J.B. UNIVERSAL CHEMICAL ASSAY FOR THE DETECTION AND DETERMINATION OF SIDEROPHORES (1987) *ANAL. BIOCHEM.* 160 PP. 47-56. (21 citaciones)
- 1991. HAYWARD A.C. BIOLOGY AND EPIDEMIOLOGY OF BACTERIAL WILT CAUSED BY *PSEUDOMONAS SOLANACEARUM* (1991) *ANNU. REV. PHYTOPATHOL.* 29 PP. 65-87 (21 citaciones).
- 2000. VELIKOVA V. OXIDATIVE STRESS AND SOME ANTIOXIDANT SYSTEMS IN ACID RAIN-TREATED BEAN PLANTS - PROTECTIVE ROLE OF EXOGENOUS POLYAMINES (2000) *PLANT SCI.* 151 PP. 59-66 (24 citaciones).
- 2001. LIVAK K.J. SCHMITTGEN T.D. ANALYSIS OF RELATIVE GENE

EXPRESSION DATA USING REAL-TIME QUANTITATIVE PCR AND THE 2-CT METHOD (2001) METHODS 25 PP. 402-408 (49 citaciones).

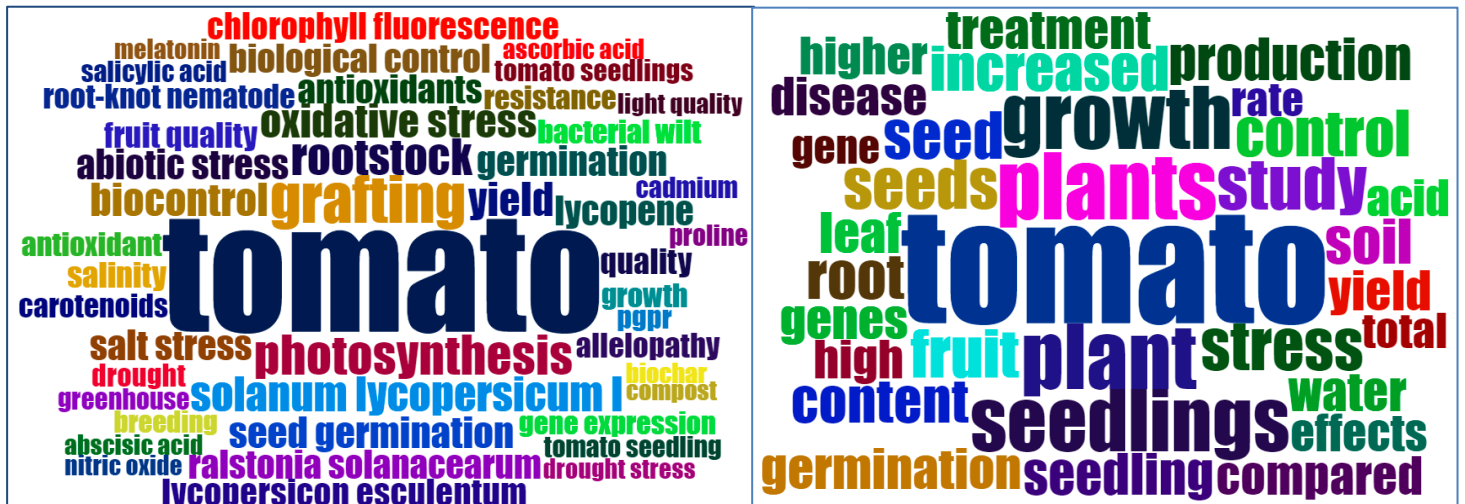
- 2005. TOOR R.K. SAVAGE G.P. ANTIOXIDANT ACTIVITY IN DIFFERENT FRACTIONS OF TOMATOES (2005) FOOD RES. INT. 38 PP. 487-494 (17 citaciones)
- 2008. MUNNS R. TESTER M. MECHANISMS OF SALINITY TOLERANCE (2008) ANNU. REV. PLANT BIOL. 59 PP. 651-681 (24 citaciones)
- 2010. SCHWARZ D. ROUPHAEL Y. COLLA G. VENEMA J.H. GRAFTING AS A TOOL TO IMPROVE TOLERANCE OF VEGETABLES TO ABIOTIC STRESSES: THERMAL STRESS WATER STRESS AND ORGANIC POLLUTANTS (2010) SCI. HORTIC. 127 PP. 162-171 (34 citaciones)
- 2012. SATO S. TABATA S. HIRAKAWA H. ASAMIZU E. SHIRASAWA K. ISOBE S. THE TOMATO GENOME SEQUENCE PROVIDES INSIGHTS INTO FLESHY FRUIT EVOLUTION (2012) NATURE 485 PP. 635-641 (74 citaciones).
- 2013. TAMURA K. STECHER G. PETERSON D. FILIPSKI A. KUMAR S. MEGA6: MOLECULAR EVOLUTIONARY GENETICS ANALYSIS VERSION 6.0 (2013) MOL. BIOL. EVOL. 30 PP. 2725-2729 (21 citaciones).

▪

6.1.6. Palabras clave

El campo de palabras clave ofrece una primera aproximación a los ejes temáticos y tópicos de la investigación en poscosecha y transformación de tomate. En la figura 34 se presenta a través de la visualización de “nube de palabras”, en que el tamaño de la palabra indica su número de ocurrencias. El campo de resúmenes (abstracts) complementa la aproximación a los ejes temáticos y tópicos.

Figura 34. Nube de palabras clave y abstracts



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Se identifican palabras recurrentes el tema de interés cómo la germinación de semillas de tomate, expresión genética, mejoramiento orientado a resistencia a estrés por sequía, salinidad, oxidación, mejoramiento para resistencia ante enfermedades bacterianas, nematodos entre otros.

6.2. Indicadores de coocurrencia

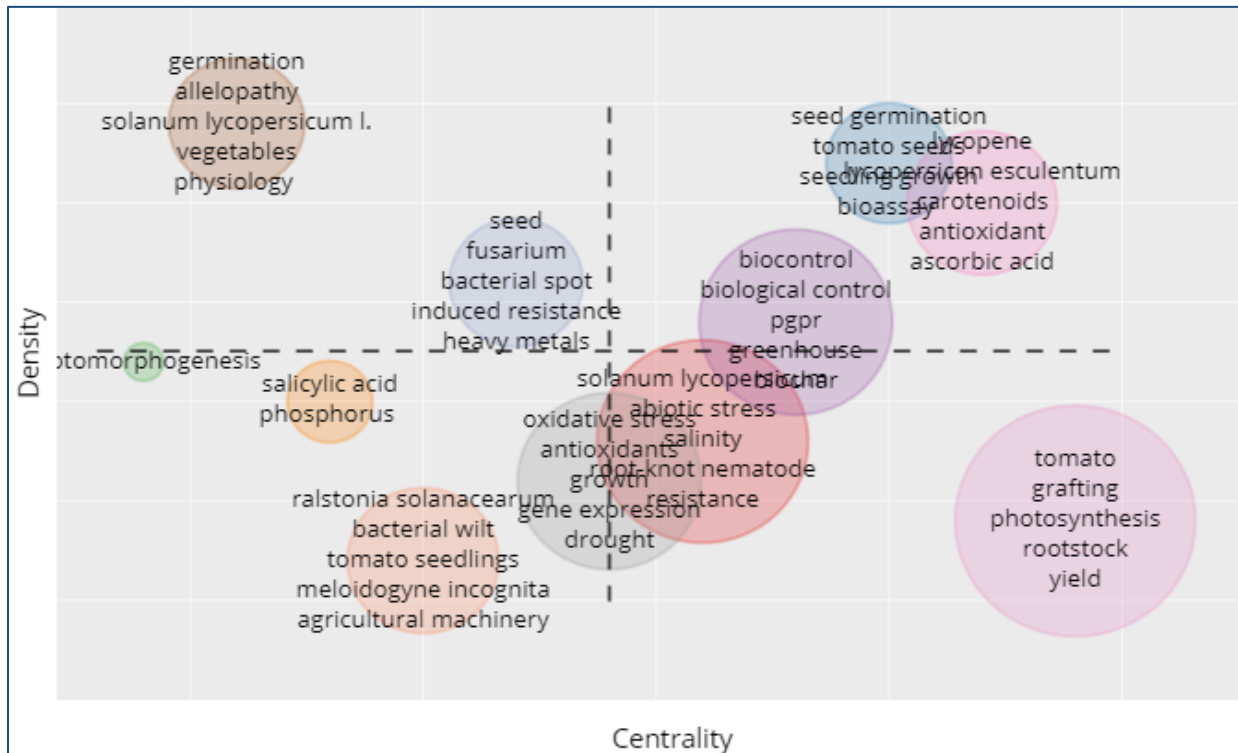
Este tipo de análisis permite utilizar diferentes algoritmos y métodos para identificar temas de investigación y tópicos específicos, a partir de campos recurrentes de las publicaciones cómo las palabras clave.

6.2.1. Mapa temático

Este mapa también denominado mapa estratégico permite a través de la categorización de tópicos clave con respecto a las variables centralidad (la importancia del tema en el campo de investigación) y densidad (medida del grado de desarrollo del tema), en cuatro

cuadrantes clave. En la Figura 35 se presenta el mapa para los tópicos de investigación en material de siembra y mejoramiento genético.

Figura 35. Mapa temático material de siembra y mejoramiento genético



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

- **Cuadrante superior derecho – temas motores:** los temas motor que actualmente promueven e impulsan la investigación en material de siembra y mejoramiento genético. El nodo gris oscuro hace énfasis en los tópicos de germinación de semilla, crecimiento de plántulas y bioensayos con material de siembra. El nodo rosado relaciona características que se busca mejorar en el tomate a través de la edición génica cómo el contenido de licopeno, antioxidantes y vitamina c. El nodo vinotinto contempla el diseño y desarrollo de biocompuestos y el control biológico.
- **Cuadrante inferior derecho – temas básicos y transversales:** estos tópicos sientan las bases de la temática en estudio. El nodo rosado especifica el tópico de injertación cómo técnica que incide en el rendimiento del cultivo y en el análisis de la fotosíntesis

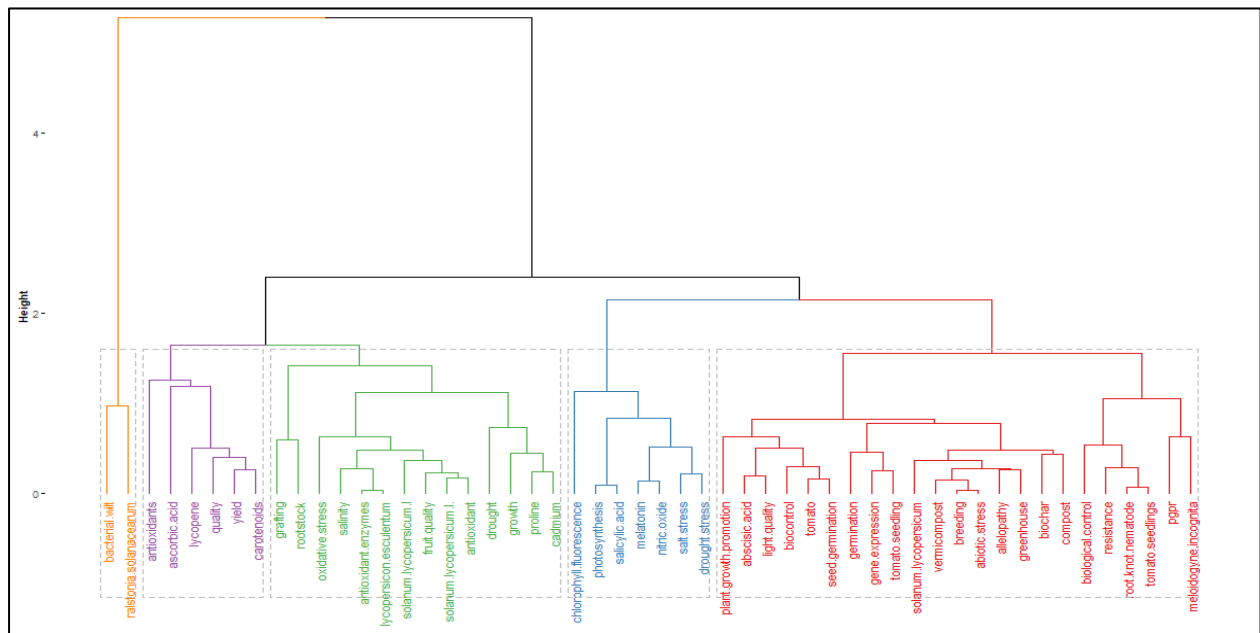
de la planta. El nodo rojo se enfoca en el mejoramiento genético para la resistencia a estrés abiótico.

- **Cuadrante inferior izquierdo – temas emergentes y decadentes:** este cuadrante representa dos tipos de tópicos según la interpretación que se les dé en el contexto de la investigación de material de siembra y mejoramiento genético de tomate, emergentes (de reciente aparición) o decadentes (en declive o transformación). Se destaca en el nodo gris el tema de mejoramiento genético enfocado al mejoramiento de la capacidad antioxidante y el tiempo de crecimiento de la planta, así como, Mejoramiento frente al estrés oxidativo. Los dos nodos naranjas se enfocan en el mejoramiento del tomate en su resistencia a *ralstonia*, bacterial wilt, y *Meloidogyne* incógnita. Finalmente, en el nodo verde aparece el tópico de fotomorfogénesis asociado a los patrones de crecimiento.
- **Cuadrante superior izquierdo – temas altamente desarrollados pero aislados:** este cuadrante presenta temas que han tenido un alto desarrollo investigativo, pero aún no se consolidan como temas motores. Tres tópicos aparecen en la investigación entre 2017-2020 relacionados resistencia inducida en semillas, contaminación por metales pesados, análisis de alelopatía e investigaciones en eficiencia germinativa.

6.2.2. Análisis dendométrico

Este mapa permite reducir la dimensionalidad de los datos cuantitativos y representar su interacción en un mapa bidimensional. La interacción de las palabras se mide en función de su ocurrencia en los artículos a mayor cantidad de artículos más cercanía y viceversa (Aria & Cuccurullo, 2017). Se identifican cuatro grupos de interacción, los cuales se enfocan en tema o tópicos específicos.

Figura 36. Dendograma



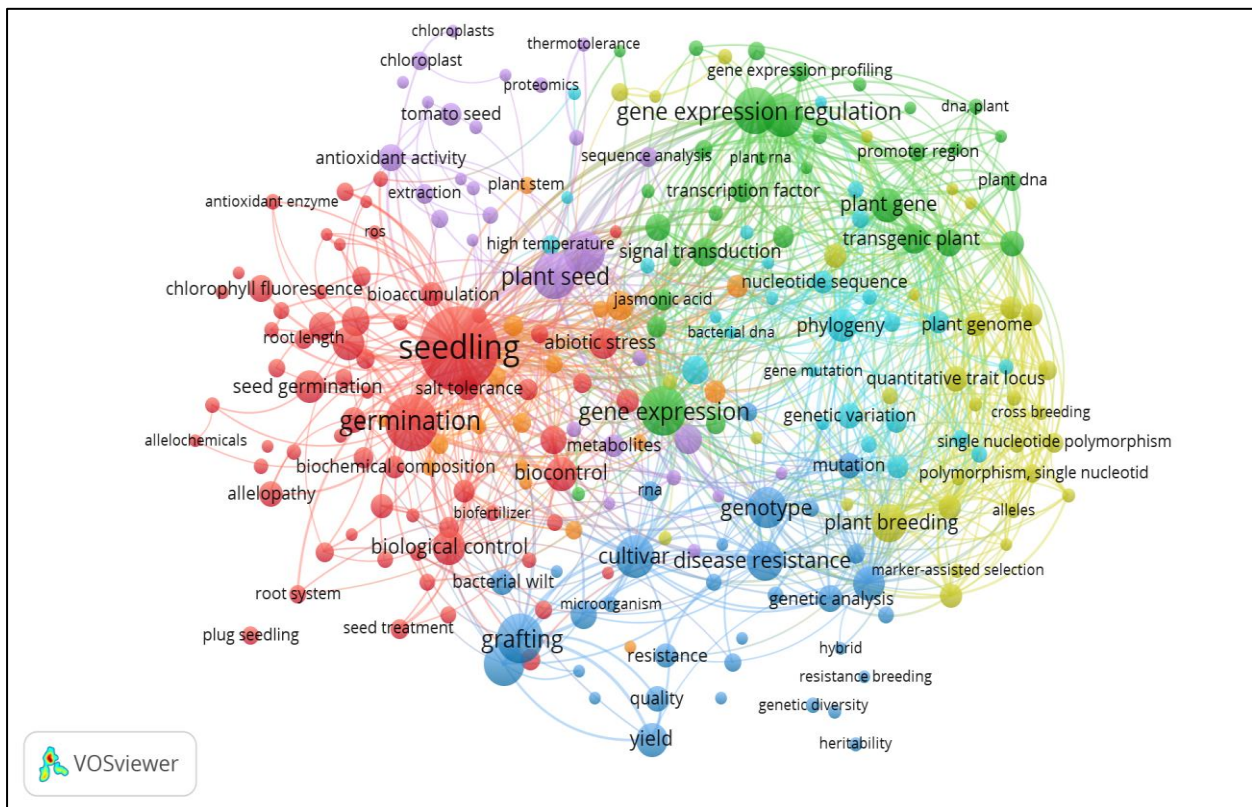
Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

- Sección Roja – germinación y resistencia abiótica: en esta sección se identifican las relaciones entre elementos asociados a material de siembra cómo promotores de crecimiento, germinación de semillas y plántulas de tomate; interactuando con elementos de expresión génica y mejoramiento enfocado a resistencia abiótica.
- Sección Verde – mejoramiento genético y calidad: en esta sección elementos como injertación se relacionan con incidencia en el estrés oxidativo, estrés por salinidad, resistencia a sequía, capacidad antioxidante, control de metales pesados cómo cadmio.
- Sección Violeta – valor agregado: en esta sección la edición génica y el mejoramiento de variedades incide en el contenido de licopeno, antioxidantes y vitamina c en el fruto.
- Sección Azul – fotosíntesis: en esta sección los elementos inciden en mejorar el proceso de fotosíntesis de la plana por exposición a diferentes fuentes de luz, lo que incide en mejorar la tolerancia a estrés abiótico.
- Sección Naranja – resistencia a plagas y enfermedades: se destacan los elementos asociados a resistencia a ralstonia y complejos bacterianos.

6.3. Análisis de redes

En esta sección se presenta el análisis de redes de coocurrencias que permite a través de las palabras clave de las publicaciones y sus campos de texto en títulos y resúmenes, generar una aproximación a temáticas de investigación y tópicos específicos. A través de algoritmos de clusterización se analizan las interacciones entre las palabras en estos campos de texto y se genera una asociación. En la Figura 37 se presentan la red de coocurrencia de palabras clave.

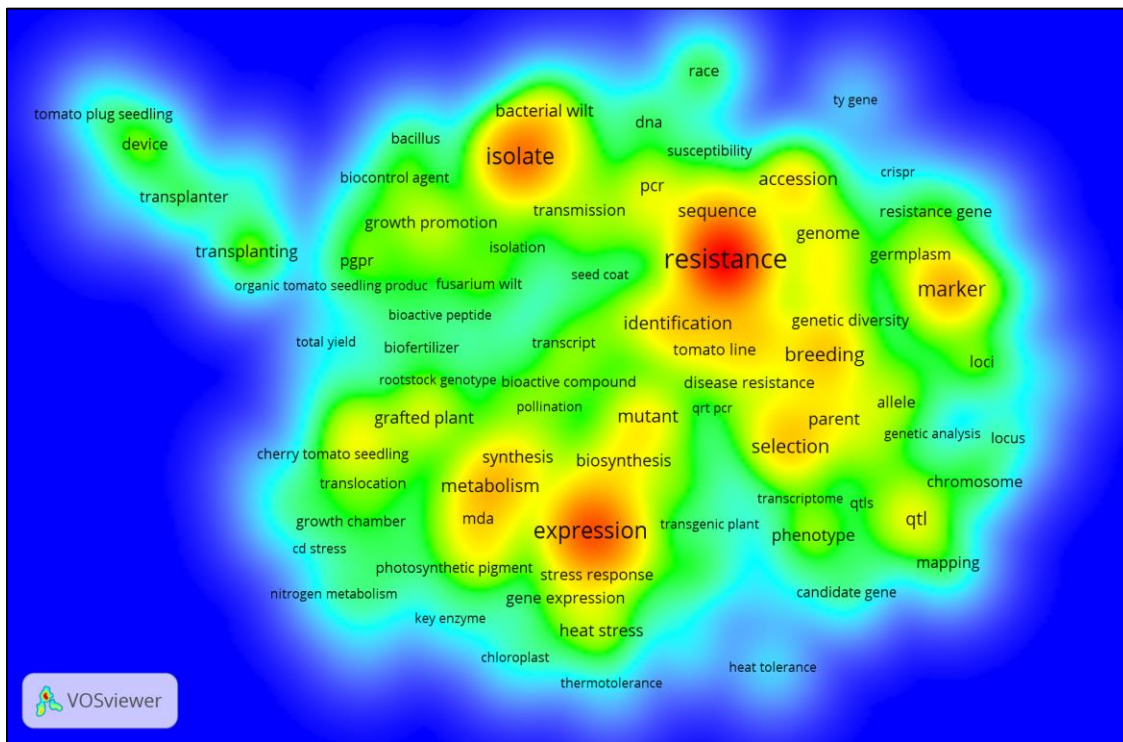
Figura 37. Red de coocurrencia de palabras clave



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis VOSviewer®

La red comprende 7 clústeres de interacción que pueden ser asociados a temáticas de base y ser conformadas por tópicos específicos entre los 176 que conforman la red.

- **Clúster verde – Expresión genética:** en este clúster se enfatiza en técnicas y métodos enfocados a mejorar las características del tomate. La regulación de la expresión genética a través de factores transcriptómicos, expresión proteica; análisis de regiones de promoción genética en el ARN y ADN de la planta; y, ontología genética. Se destaca la herramienta rPCR y rTPCR (**polymerase chain reaction**) para el análisis de secuencia de ADN y análisis de transducción del material genético, lo que permite tener perfiles de expresión genética.
- **Clúster amarillo – Fitomejoramiento:** en este clúster se hace énfasis en el método de marcadores moleculares, análisis de alelopatía, mejoramiento cruzado, mapeo de cromosomas, y marcación asistida. Otros tópicos se enfocan en el mapeo QTL (quantitative trait locus), y el polimorfismo de nucleótido único (SNP).
- **Clúster azul – Resistencia a enfermedades:** en este clúster el fitomejoramiento se enfoca de manera explícita en la resistencia a enfermedades, resistencia a factores abióticos, y mejorar el rendimiento del cultivo, a través de la diversidad genética de variedades, procesos de injertación e hibridación de cultivares. Utilización de técnicas CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), para la secuenciación de ADN
- **Clúster rojo – Semillas:** en este clúster se integran todos los tópicos relacionados con el material de siembra de tomate. Se identifica un especial énfasis en tópicos cómo germinación, bioacumulación de principios activos, alelopatía, bioestimulantes, control y agentes biológicos para la protección de las semillas. Estimulación de crecimiento y fotosíntesis con foto-fluorescencia
- **Clúster violeta – Semillas 2:** se complementa el clúster rojo con tópicos de tecnologías de análisis de semillas cómo la fragmentografía de masas, la cromatografía líquida de alta eficiencia y espectrometría de masas tándem. Análisis de la termotolerancia de las semillas, péptidos bioactivos, capacidad antioxidante y metabolitos primarios y secundarios.
- **Clúster cian – filogenético:** los tópicos en este clúster complementan los clústeres amarillo, azul y verde, específicamente en: edición génica, domesticación de



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis VOSviewer®

6.4. Análisis de documentos referentes

Descriptor	Análisis
Título	Tomato Grafting: A Global Perspective
Objetivo	Establecer el panorama mundial de la técnica de injertación en tomate y sus beneficios frente a la prevención de daños por plagas del suelo, efectos de estrés abiótico cómo la salinidad, metales pesados y temperatura, así como la eficiencia en la fertilización e irrigación.
Métodos	Revisión sistemática de literatura
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de documentación científica sobre beneficios y factores relacionados con la técnica de injertación, identificando variedades, objeto de estudio, raíces de solanáceas y vástagos utilizados. Análisis económico de la técnica de injertación e identificación del factor mano de obra.
Trabajos futuros	<ul style="list-style-type: none"> Producción de plántulas para injertación con características de uniformidad

Descriptor	Análisis
	<p>y sanidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de factibilidad ante los costos elevados relacionados con mano de obra y reducción de estos ▪ Difusión del conocimiento de la técnica desde investigadores, asistentes técnicos y productores. ▪ Mejoramiento genético de plántulas para injertación para diferentes ambientes, resistencia a insectos, enfermedades foliares, estrés abiótico y manejo de complejos de enfermedades. ▪ Análisis de la técnica en condiciones de campo abierto y semiabierto.

Descriptor	Análisis
Título	Rewiring of the Fruit Metabolome in Tomato Breeding
Objetivo	Análisis de bases de datos genéticas para identificar cambios en el metabolómico en variedades de tomate.
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Metabolómica • Mapeo interactivo de estudios • Estudios metabolómicos previos • Análisis transcriptómico • 610 accesiones con diferentes distribuciones geográficas, tipos de consumo y estado de mejoramiento y conservación.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de correlación entre el varioma, el transcriptoma y el metaboloma • Alteración metabolómica ocasionada por mejoramiento enfocado al tamaño del fruto • Divergencia metabolómica asociada al color del fruto • Influencia de genes de especies silvestres
Trabajos futuros	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de una base de datos multi-ómica para biología metabólica de plantas • Metabolómica enfocada a selección directa e indirecta • Mejoramiento asistido por metabolómica

Descriptor	Análisis
Título	The tomato pan-genome uncovers new genes and a rare allele regulating fruit flavor
Objetivo	Analizar la presencia y ausencia de genes en el genoma referencial del tomate a través del análisis de 725 accesiones con representación filogenética y geográfica
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de una “pan-genome” que comprenda todos los componentes genéticos de las variedades de tomate cultivadas y la de sus predecesores silvestres. • Vinculación de información para construcción del historial de mejoramiento. • Uso de la estrategia Map to Pan
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Pan-Genome para tomate con un contenido nuclear de genes del 74,2%. • Clústerización de variedades en función de origen geográfico y etapa de domesticación • Identificación de ausencia y presencia de genes durante el mejoramiento genético • Alelos promotores del sabor asociado al contenido de compuestos volátiles. • El mejoramiento genético moderno ha priorizado rendimiento, vida en anaquel, resistencia a plagas y enfermedades y resistencia a factores abióticos. • Es necesario enfocar el mejoramiento en factores de calidad organoléptica.
Trabajos futuros	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar el Pan-genome vinculando otras accesiones y parentales silvestres de referencia.

Descriptor	Análisis
Título	Comparative transcriptome analysis between resistant and susceptible tomato allows the identification of lncRNA16397 conferring resistance to <i>Phytophthora infestans</i> by co - expressing glutaredoxin

Descriptor	Análisis
Objetivo	Uso de las ciencia óhmicas en específico la transcriptómica para la identificación de expresión de genes de tomate con resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> .
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de secuenciación de alta eficiencia y expresión diferencial de genes • Identificación y caracterización de ARN (lncRNA) • Análisis funcional de ARN • Análisis de redes de transcriptomas •
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Especies reactivas al oxígeno y su incidencia en las alteraciones moleculares del tomate • Identificación de transcriptomas para la inducción de resistencia.
Trabajos futuros	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis complementarios sobre incidencia de vectores.

7. Poscosecha y transformación

El área temática de poscosecha y transformación comprende investigaciones relacionadas con el compartimiento del fruto en las fases posteriores a la cosecha, investigaciones en la afectación de enfermedades y plagas durante esta fase, técnicas de conservación, análisis de la cadena de suministros, análisis de parámetros de calidad de la fruta, entre otros.

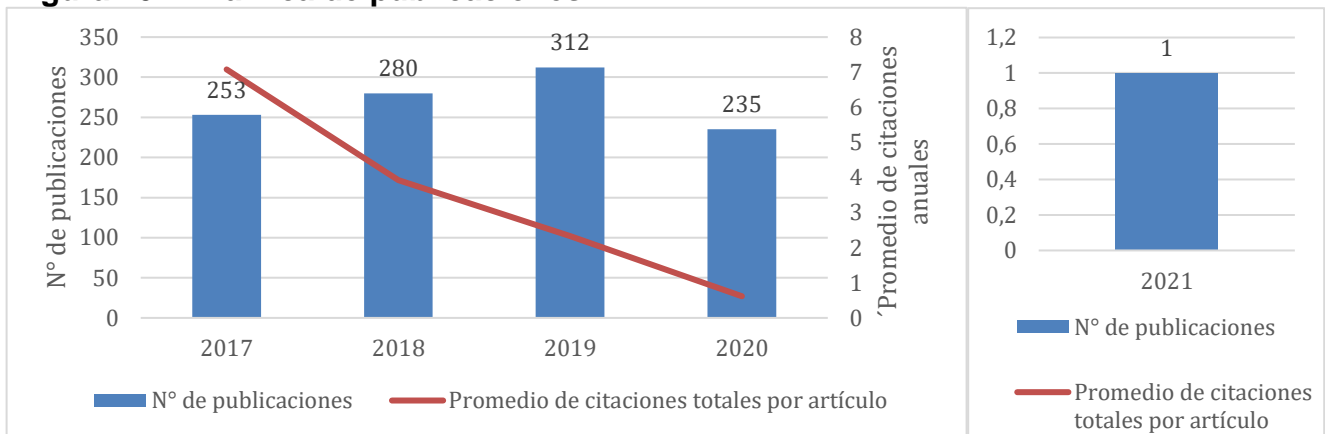
La estrategia de búsqueda diseñada para esta área temática tiene como base la ecuación estructural definida a continuación:

TITLE-ABS-KEY (("tomato" OR "tomate" OR "solanum lycopersicum") W/4 (posharvest* OR "added value" OR "pesticide residues" OR transformation OR storage OR quality OR innocu* OR bioproduct* OR biopesticid*)) AND PUBYEAR > 2016)

7.1. Indicadores de actividad e impacto

En esta sección se desarrolla el análisis general de la productividad científica en poscosecha y transformación de tomate en el mundo, contemplando ecuación de búsqueda en la base de información indexada de Scopus®. La ecuación utilizada recupero de Scopus 1081 registros de publicaciones. En la figura 40 se presenta la dinámica de publicaciones y citaciones.

Figura 40. Dinámica de publicaciones

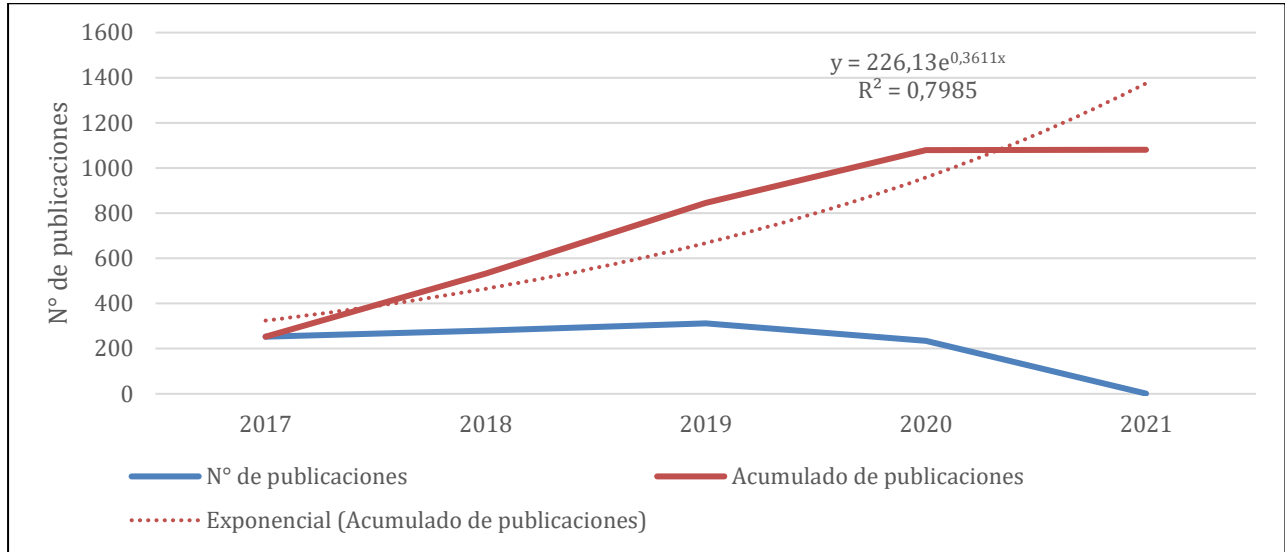


Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Excel®

Se observa un crecimiento sostenido en la investigación en poscosecha de tomate hasta 2019 en que alcanza su mayor pico de actividad, lo que presupone que en estos años se desarrollaron avances significativos para en esta temática. De manera homóloga la dinámica de citaciones, en este periodo, alcanza un pico en 2017 y se genera una disminución sostenida hasta septiembre de 2020. Se destaca que aparece un primer artículo aprobado para publicación en 2021.

La dinámica de publicaciones al ser analizada a través de la Ley de Solla-Price que determina el crecimiento de la ciencia, permite identificar la tasa de crecimiento y el periodo de duplicidad en la generación de conocimiento en poscosecha y transformación de tomate. En la figura 41 tomando los datos acumulados de la serie de registros únicos se presentan un comportamiento exponencial creciente.

Figura 41. Ley de Solla-Price para el conocimiento científico en poscosecha del tomate



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Excel®

Las ecuaciones de las líneas de tendencia permiten a través del valor del exponente ($b = 0,3611$) realizar los siguientes cálculos:

$$Tasa\ de\ crecimiento = 100(e^b - 1) ; = 43,5\%$$

$$Periodo\ de\ duplicidad = \frac{Ln(2)}{b} ; = 1,91\ años$$

En la Tabla 12 se presenta un resumen de los principales indicadores de impacto para la producción científica de esta área temática en los último 4 años

Tabla 12. Indicadores de impacto generales del corpus

Ítem	Descriptivo
Periodo de actividad	2017 - 2021
Número de fuentes de consulta	394
Número de documentos	1081
Citaciones promedio por documento	3.48
Citaciones anuales promedio por documento	1.224
Número de referencia	42047
Tipos de documentos	
Artículos	936
Artículo de conferencia	104
Artículos de revisión (reseñas)	17
Capítulo de libro	15
Otros	9
Datos generales documentos	
Número de palabras clave de indexación	4200
Número de palabras clave de autores	2938
N° de autores	4088
N° de apariciones de autores	5474
N° de autores en publicaciones sin coautores	26
N° de autores en publicaciones con coautores	4062
Colaboración	
N° de documentos con un único autor	29
Promedio de autores por documento	3.78
Promedio de coautores por documento	5.06
Índice de colaboración	3.86

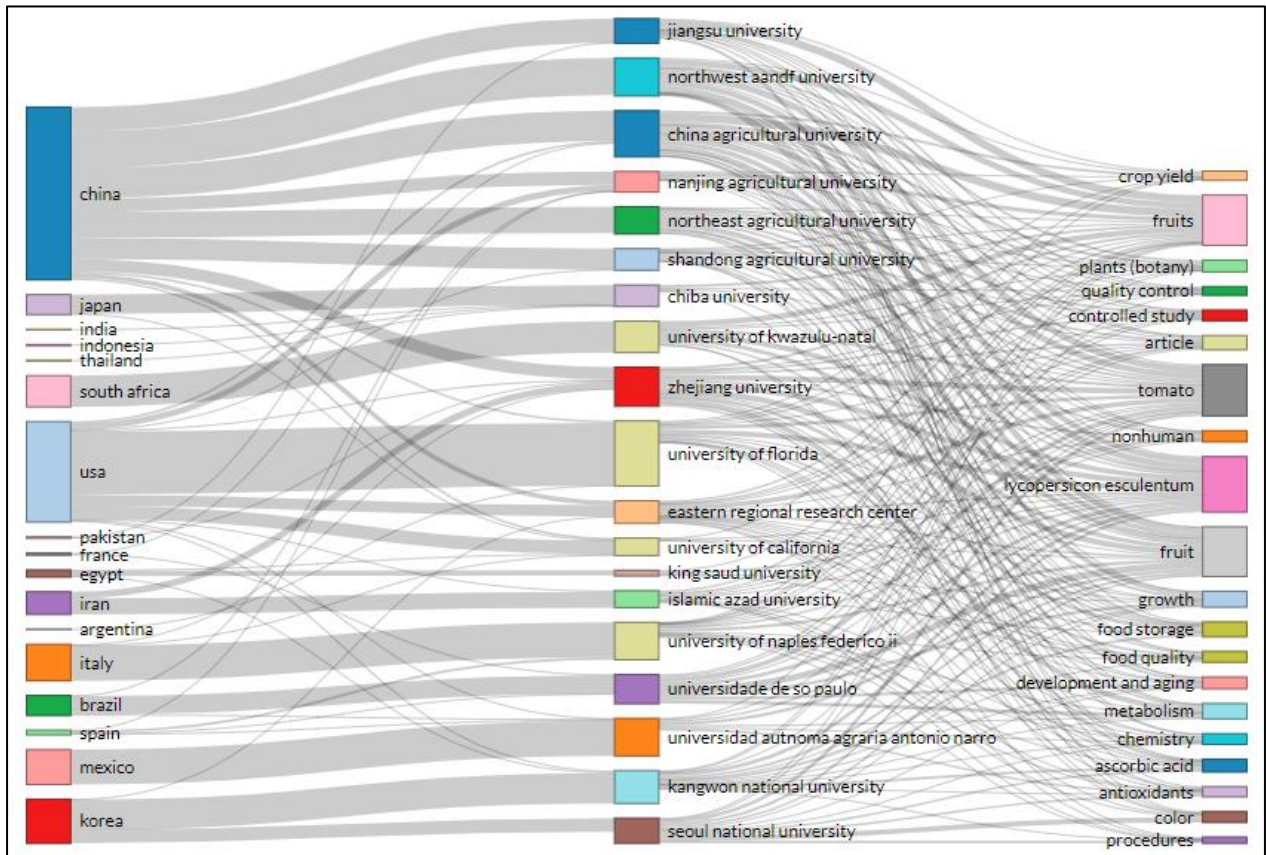
Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Los indicadores de impacto clave asociados a la dinámica de publicaciones son el número de citas promedio por año y el número de citas promedio por artículo.

Una primera aproximación a los indicadores relacionados con los componentes de datos de fuentes de información, autores, países, instituciones y tópicos clave (palabras clave de autores y de indexación), son los gráficos de tres campos o *Sankey Plot*. Este tipo de gráfico presenta los flujos de interrelación entre diferentes campos de metadatos (entre más ancha sea la representación del flujo mayor número de documentos están relacionados).

En la Figura 42 se presentan el gráfico Sankey que relaciona los tópicos clave generales de investigación en poscosecha y transformación, las instituciones que están trabajando en estos temas y los países a los que pertenecen estas instituciones. Se destacan cómo tópicos relevantes como el índice de crecimiento de la fruta, calidad de la fruta, almacenamiento de la fruta, metabolismo de la fruta, química de la fruta, características de calidad como el color y características de valor agregado como los antioxidantes. Estos temas se desarrollan en países líderes como China (Universidad Agrícola de China, Universidad Jiangsu y la Universidad del Noreste), Estados Unidos (Universidad de Florida, Universidad de California y Centro de Investigación Regional del este del Departamento de Agricultura), Corea (Universidad Nacional de Seúl y Universidad Nacional de Kangwon), Italia (Universidad de Nápoles Federico II) y México (Universidad Autónoma Agraria).

Figura 42. Gráfico Sankey Tópicos-Instituciones-Países



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®.

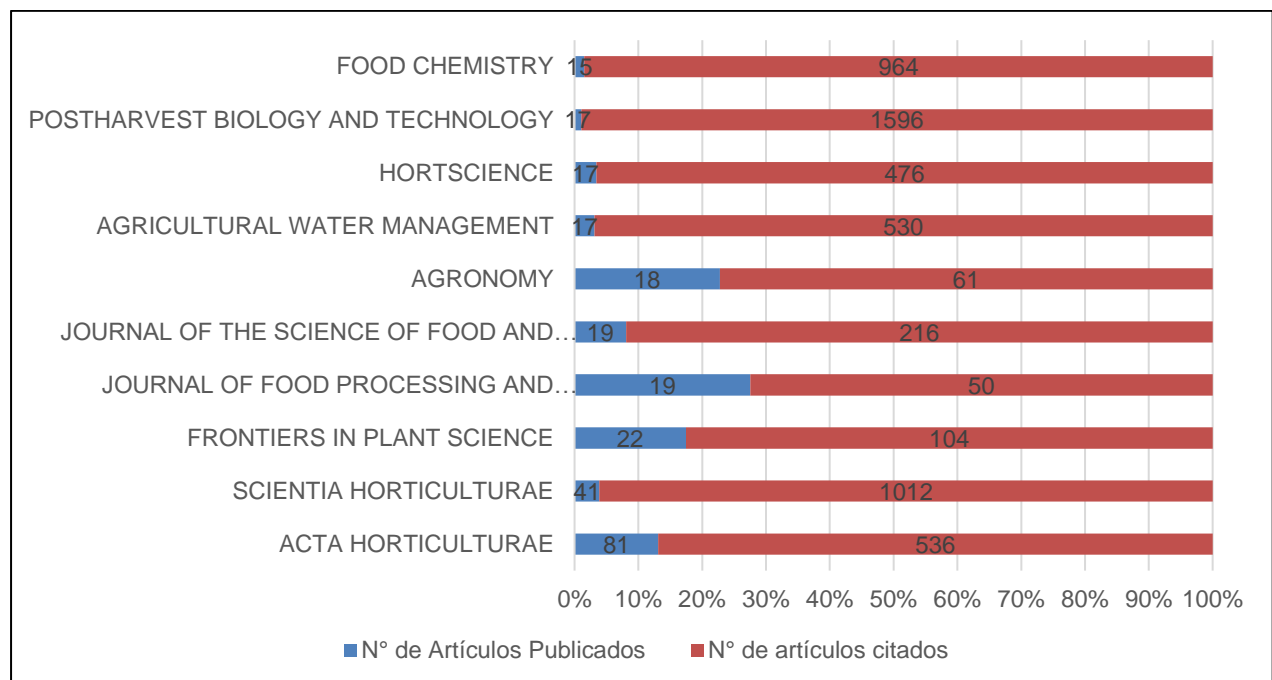
7.1.1. Fuentes de consulta

Las principales fuentes de consulta relacionadas con la investigación en Poscosecha y transformación, se categorizan en aquellas en que se están publicando los avances en esta área y aquellas que se relacionan con las citas o referencias en las publicaciones identificadas en este tema. En la figura 43 se presentan la categorización de las principales fuentes de consulta.

Se destaca que existe coherencia entre la principal fuente de consulta en que se publica con aquella de la que se toma línea de base para el desarrollo de las investigaciones, lo que es el caso de la revista *Acta Horticulturae* con 81 publicaciones afines a la temática

y 536 referencias citadas por los documentos del corpus; así como el de la revista *Scientia Horticulturae* la cual reporta 41 publicaciones asociadas al tema, y 1012 referencias citadas. Complementariamente, se destacan como revistas especializadas *Post Harvest Biology and Technology*, *Journal of Food Processing and Preservation*, *Food Chemistry* y *Journal of the Science of Food and Agriculture* orientadas a temas de desarrollo poscosecha.

Figura 43. Principales fuentes de consulta



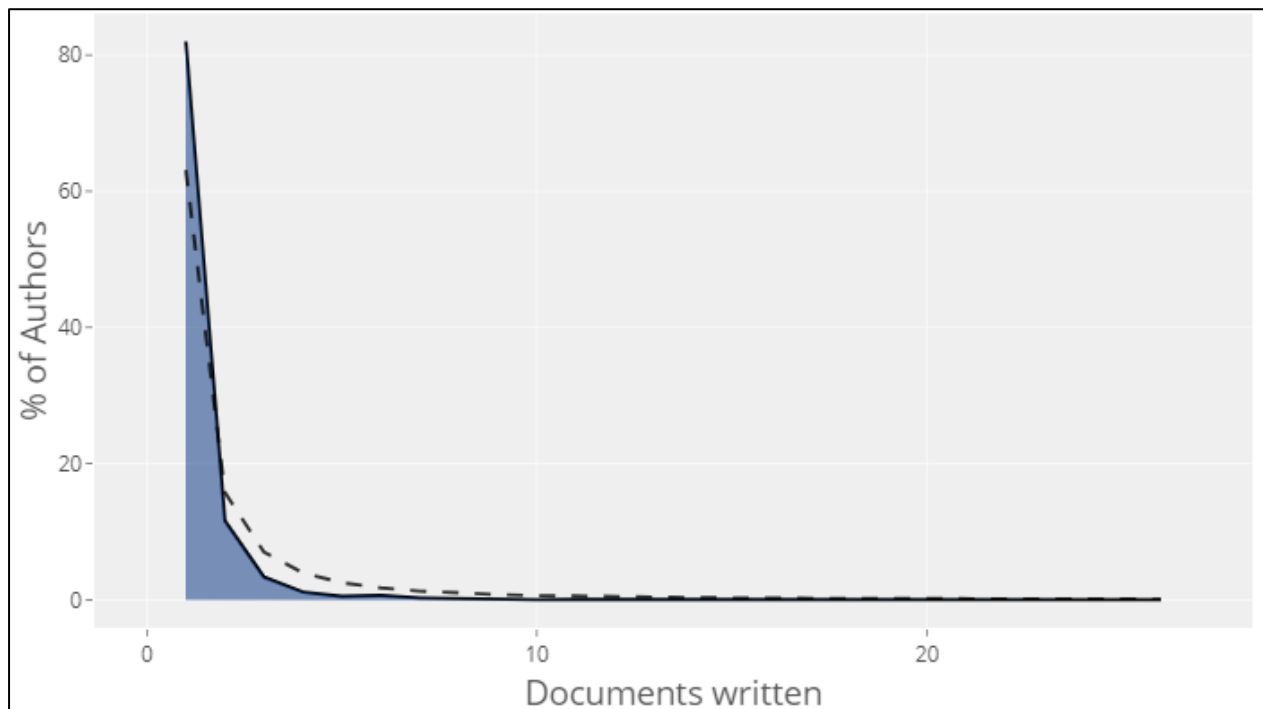
Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

La ley de Bradford permite categorizar las fuentes de consulta en zonas de importancia para el desarrollo de la temática la zona 3 comprende 177 journals; la zona 2 con 289 journals y la zona 1 o zona nuclear 19 journals. Esta zona comprende 359 publicaciones del corpus equivalentes al 33,2% de las publicaciones. En terminos de impacto los journals con mayor índice H son *Scientia Horticulturae* (10), *Frontiers in Plant Science* (8), *Food Chemistry* (8), *Journal of the Science of Food and Agriculture* (6), *Agricultural Water Management* (6), y *Postharvest Biology and Technology* (5).

7.1.2. Autores

El análisis de autores tiene como punto de partida la Ley de Lotka, la cual establece la focalización en aquellos autores que proporcionalmente cuentan con la mayor productividad. En la Figura 44 se presentan el Gráfico de la Ley de Lotka para las investigaciones en Poscosecha y Transformación. Como se puede observar aquellos autores que cuentan con 3 o más publicaciones constituyen los autores más relevantes (6,2% del total de autores) y el 93,8% del total de autores solo cuentan con una o dos publicaciones.

Figura 44. Ley de Lotka



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Una vez identificada la zona *core* de autores se procede a desarrollar su análisis y caracterización en la Tabla 13, contemplando su afiliación institucional, país, número de artículos publicados, citas recibidas, Índice H como factor de impacto de cada autor y su publicación más relevante con el identificador digital de objeto DOI (para consulta de los resultados).

Tabla 13. Autores más productivos y citados en el corpus.

Autor	Organización	País	Índice H	Citaciones totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citaciones
WORKNEH, TS [12]	University of KwaZulu-Natal	Suráfrica	4	31	<ul style="list-style-type: none"> INFLUENCE OF TRANSPORTATION CONDITIONS AND POSTHARVEST DISINFECTION TREATMENTS ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FRESH MARKET TOMATOES (CV. NEMO-NETTA) IN A SOUTH AFRICAN SUPPLY CHAIN (10.4315/0362-028X.JFP-16-229) 	8
					<ul style="list-style-type: none"> INFLUENCE OF STORAGE ENVIRONMENT, MATURITY STAGE AND PRE-STORAGE DISINFECTION TREATMENTS ON TOMATO FRUIT QUALITY DURING WINTER IN KWAZULU-NATAL, SOUTH AFRICA (10.1007/s13197-017-2766-6) 	6
ACEDO, A.L [8]	AVRDC, South Asia Regional Office	India	1	1	<ul style="list-style-type: none"> EFFECTIVENESS OF NON-CHLORINE SANITIZERS IN ENHANCING QUALITY AND SHELF LIFE OF TOMATO IN BANGLADESH, CAMBODIA AND NEPAL (10.17660/ActaHortic.2017.1179.16) 	1
					<ul style="list-style-type: none"> EFFECTS OF CHITOSAN COATING ON QUALITY AND SHELF LIFE OF TOMATO DURING COOLBOT COLD STORAGE (10.17660/ActaHortic.2017.1179.23) 	0
CARUSO, G. [7]	Università degli Studi di Napoli Federico II	Italia	3	20	<ul style="list-style-type: none"> YIELD AND NUTRITIONAL QUALITY OF VESUVIAN PIENNOLO TOMATO PDO AS AFFECTED BY FARMING SYSTEM AND BIOSTIMULANT APPLICATION (10.3390/agronomy9090505) 	9

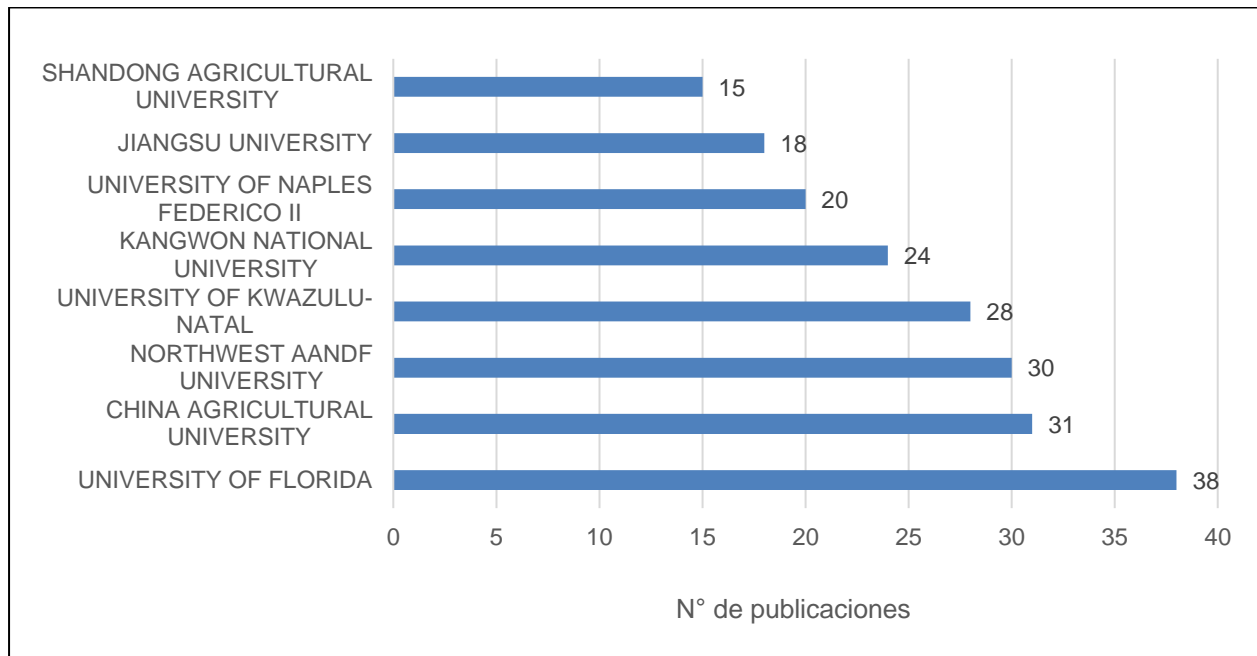
Autor	Organización	País	Índice H	Citasiones totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citaciones
					<ul style="list-style-type: none"> TOMATO YIELD, QUALITY, MINERAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANTS AS AFFECTED BY BENEFICIAL MICROORGANISMS UNDER SOIL SALINITY INDUCED BY BALANCED NUTRIENT SOLUTIONS (10.3390/agriculture9050110) 	5
FAN, X [7]	USDA ARS Eastern Regional Research Center,	Estados Unidos	4	64	<ul style="list-style-type: none"> COLD PLASMA-ACTIVATED HYDROGEN PEROXIDE AEROSOL INACTIVATES ESCHERICHIA COLI O157:H7, SALMONELLA TYPHIMURIUM, AND LISTERIA INNOCUA AND MAINTAINS QUALITY OF GRAPE TOMATO, SPINACH AND CANTALOUPE (10.1016/j.ijfoodmicro.2017.03.004) 	23
					<ul style="list-style-type: none"> IN-PACKAGE ATMOSPHERIC COLD PLASMA TREATMENT OF BULK GRAPE TOMATOES FOR MICROBIOLOGICAL SAFETY AND PRESERVATION 	16
PATANE, C [7]	Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rome, Italy	Italia	5	45	<ul style="list-style-type: none"> AGRONOMICAL, PHYSIOLOGICAL AND FRUIT QUALITY RESPONSES OF TWO ITALIAN LONG-STORAGE TOMATO LANDRACES UNDER RAIN-FED AND FULL IRRIGATION CONDITIONS (10.1016/j.agwat.2016.11.004) 	15
					<ul style="list-style-type: none"> TARGETED SECONDARY METABOLIC AND PHYSICO-CHEMICAL TRAITS ANALYSIS TO ASSESS GENETIC VARIABILITY WITHIN A GERMPLASM COLLECTION OF LONG STORAGE TOMATOES 	7

Autor	Organización	País	Índice H	Citaciones totales	Publicaciones	
					Título y DOI	Citaciones
					(10.1016/j.foodchem.2017.10.043)	
BARONE, A [7]	Università degli Studi di Napoli Federico II,	Italia	3	33	• UNRAVELING THE COMPLEXITY OF TRANSCRIPTOMIC, METABOLOMIC AND QUALITY ENVIRONMENTAL RESPONSE OF TOMATO FRUIT (10.1186/s12870-017-1008-4)	22
					• EXPLOITING THE GREAT POTENTIAL OF SEQUENCE CAPTURE DATA BY A NEW TOOL, SUPER-CAP (10.1093/dnares/dsw050)	6
Rouphael, Y [7]	Università degli Studi di Napoli Federico II	Italia	4	147	• FOLIAR APPLICATIONS OF A LEGUME-DERIVED PROTEIN HYDROLYSATE ELICIT DOSE-DEPENDENT INCREASES OF GROWTH, LEAF MINERAL COMPOSITION, YIELD AND FRUIT QUALITY IN TWO GREENHOUSE TOMATO CULTIVARS	72

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus® Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

En la Figura 45 se presentan la interrelación de los autores más destacados en poscosecha y transformación de tomate, a través del análisis de acoplamiento bibliográfico, el cual establece la relación entre los autores con base en las referencias que citan.

Figura 46. Instituciones líderes



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

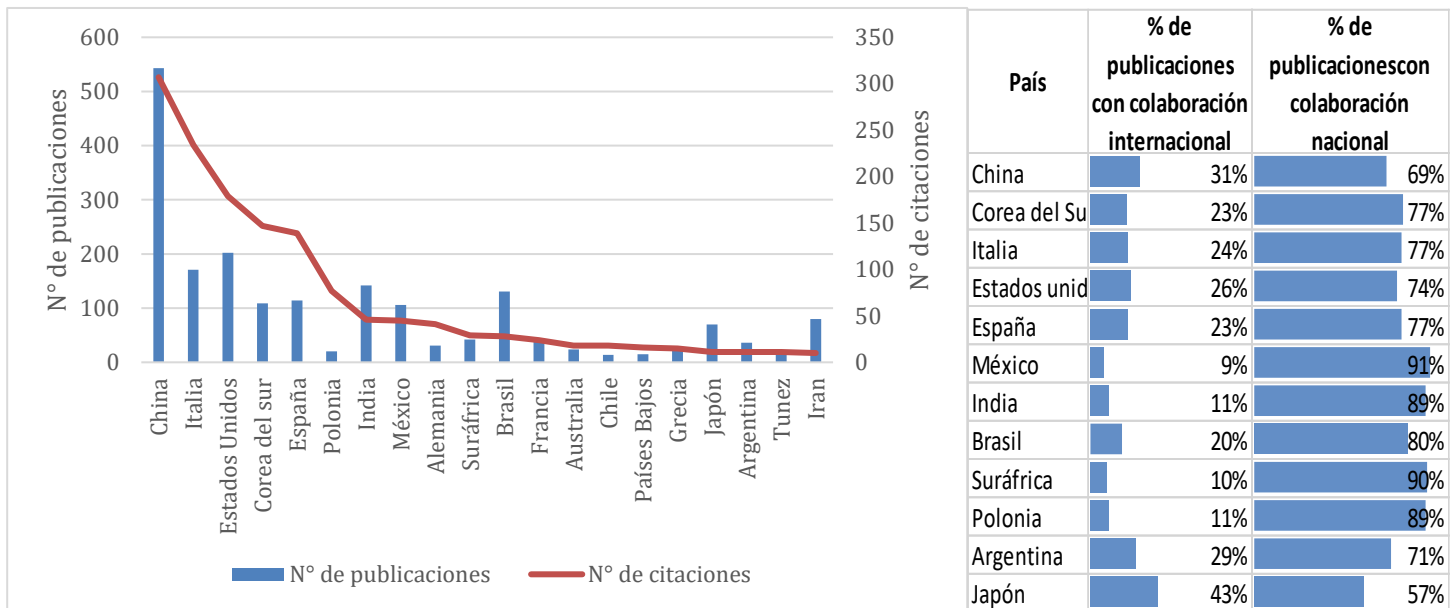
Se destaca la participación de universidades referentes en investigación agropecuaria como la Universidad de Florida en Estados Unidos con 38 publicaciones, la Universidad de Agricultura de China con 31 publicaciones y la Universidad ANNDF del nordeste en China con 30 publicaciones. En la región destacan la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en México con 15 publicaciones, el INIFAP en México con 15 publicaciones y la Universidad de San Pablo en Brasil con 12 publicaciones.

7.1.4. Países

Uno de los indicadores más relevantes al analizar la capacidad de investigación de los países, es su porcentaje de colaboración internacional. En la Figura 47 se presenta para los países que desarrollan investigaciones poscosecha y transformación de tomate, su nivel de colaboración, lo cual es un factor decisivo para la formulación de proyectos transnacionales. Los países con mayor porcentaje de colaboración internacional en sus publicaciones son Japón, China, Argentina, Estados Unidos e Italia. Países como

España, Corea del Sur y Brasil tienen una colaboración entre 20-23%. Países como Polonia, India y México tienen una colaboración menor al 20%.

Figura 47. Análisis de países referentes



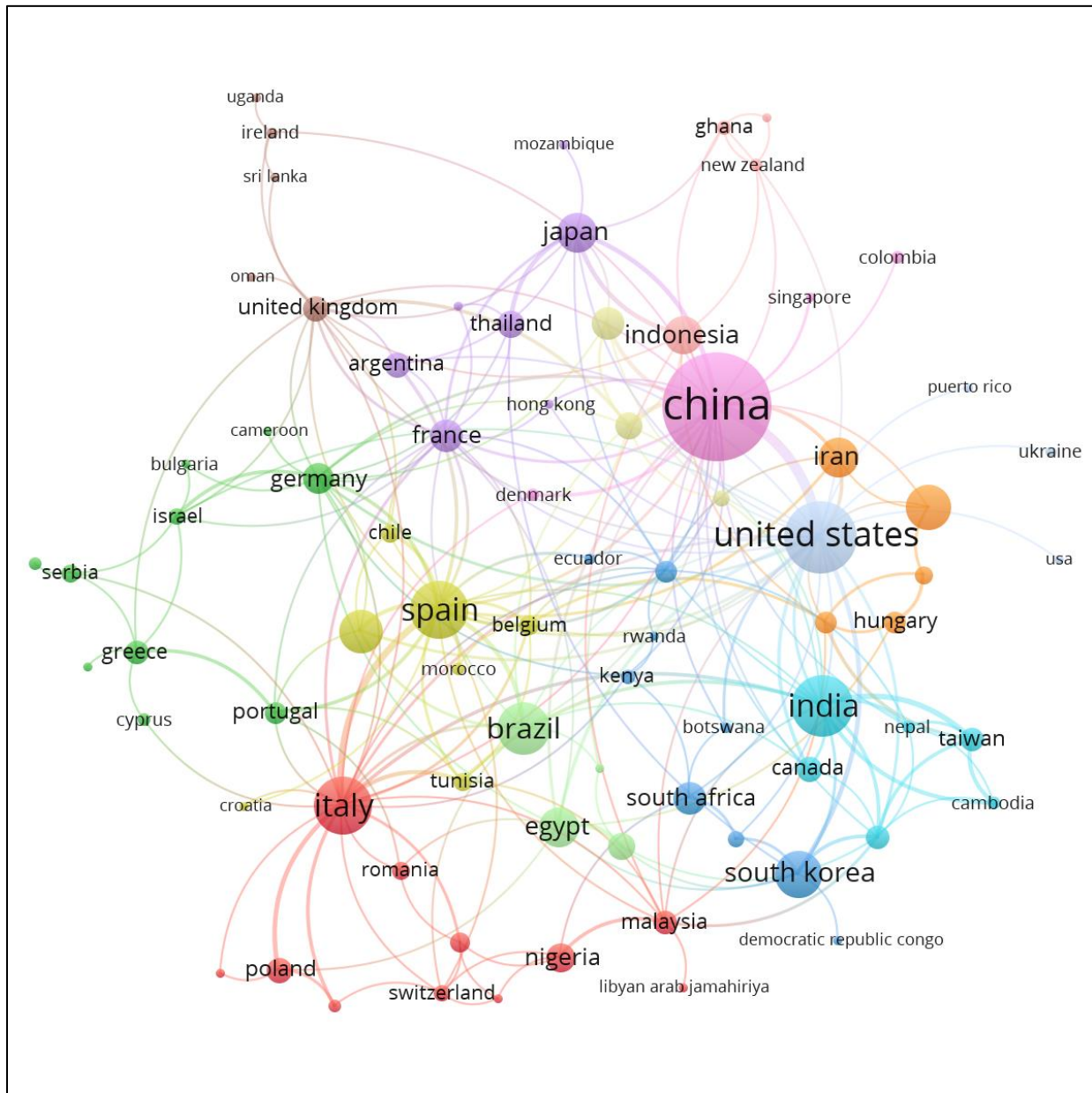
Fuente. Elaboración propia a partir de Información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

Un análisis conjunto de la productividad científica de cada país medida por el número de publicaciones y el número de citas recibidas en el periodo de tiempo permite identificar a los principales referentes. En la Figura 48 se observa que China es el líder en publicaciones con 543 y 307 citas. Estados Unidos con 202 publicaciones ocupa el segundo lugar en este indicador y el tercero en citas con 179. Italia con 171 publicaciones es el país con el segundo mayor número de citas 234. En la Región destaca México con 106 publicaciones y 45 citas.

En la Figura 48 se presentan la red de coautoría de publicaciones en poscosecha y transformación de tomate entre los principales países líderes. Se destaca la interacción entre China con Estados Unidos, Japón y Francia. España con Italia, Brasil y México

tienen un frente de trabajo común. Corea, India e Indonesia son otro grupo de trabajo. Es interesante destacar que la única publicación de Colombia se realizó con China.

Figura 48. Red de cooperación de países.



Fuente. Elaboración propia a partir de Información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

7.1.5. Documentos

Abarcado de manera concreta las publicaciones del corpus integrado, se pueden identificar aquellos más relevantes en los diferentes campos de investigación en Poscosecha de tomate. En la Tabla 14 se presentan las publicaciones más citadas del corpus de 1081, la temática principal y su identificador digital de objeto. La tabla presenta las 20 publicaciones más relevantes, las cuales se identificaron por dos indicadores, las citas globales en la base de datos y las citas locales (por publicaciones del mismo corpus). El primer indicador nos dice que tan importante es la publicación en un contexto general, mientras que el segundo nos indica la importancia del artículo en la “comunidad científica” de Poscosecha y transformación del tomate. Las filas resaltadas en verde implican publicaciones alineadas con la temática, las publicaciones resaltadas en amarillo publicaciones con afinidad relativa al tema y las publicaciones en rojo aquellas que se encuentran en el contexto de la investigación, pero que no inciden directamente en la temática.

Tabla 14. Documentos más citados.

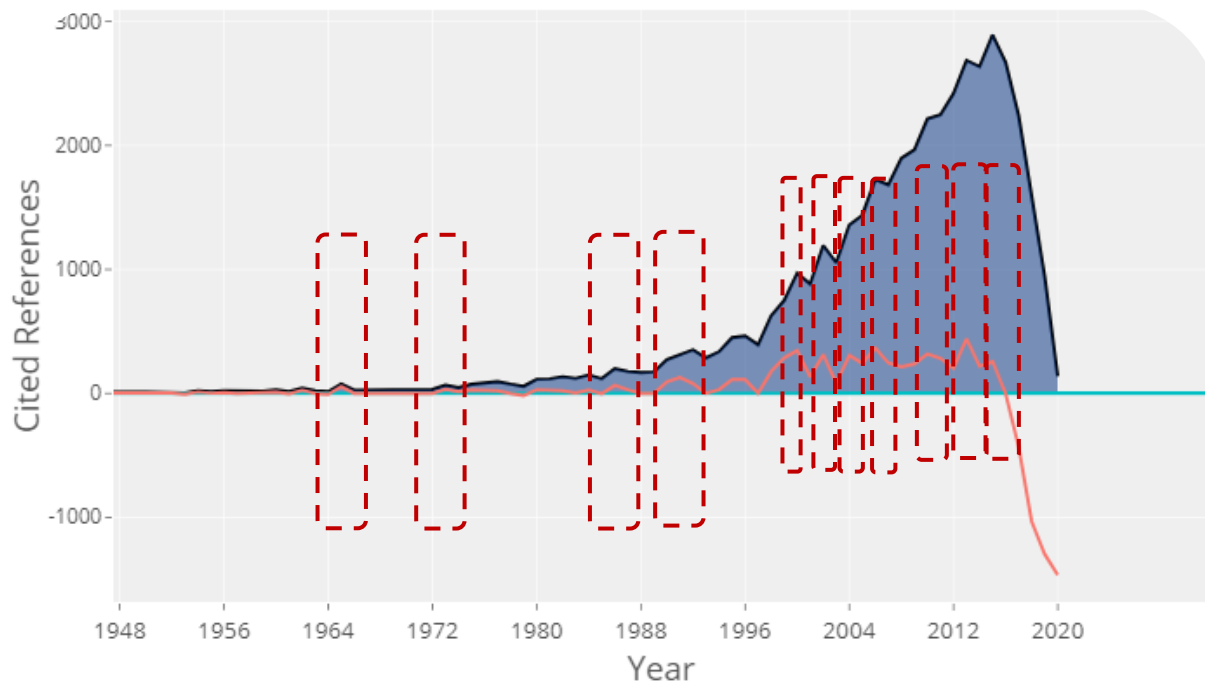
Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars	10.1016/j.scienta.2017.09.007	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	1	72
Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads improve yield, quality and nutritional value of tomato: a field study	10.1007/s00572-016-0727-y	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	3	54
Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District	10.1016/j.agwat.2016.07.022	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	6	50
Foliar Applications of Protein Hydrolysate, Plant and Seaweed Extracts Increase Yield but Differentially Modulate Fruit Quality of Greenhouse Tomato	10.21273/HORTSCI12200-17	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	3	50

Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
Effects of deficit irrigation and biochar addition on the growth, yield, and quality of tomato	10.1016/j.scienta.2017.05.004	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	10	44
Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity	10.1016/j.foodchem.2018.09.157	Conservación de alimentos	2019	2	43
Active packaging from chitosan-titanium dioxide nanocomposite film for prolonging storage life of tomato fruit	10.1016/j.biomac.2018.01.124	Conservación de alimentos	2018	4	41
Application of drum compost and vermicompost to improve soil health, growth, and yield parameters for tomato and cabbage plants	10.1016/j.envman.2017.05.073	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	1	39
Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) fruit	10.1016/j.biomac.2017.05.057	Conservación de alimentos	2017	5	37
Evaluation of the effects of irrigation and fertilization on tomato fruit yield and quality: a principal component analysis	10.1038/s41598-017-00373-8	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	8	37
Effects of two slow-release nitrogen fertilizers and irrigation on yield, quality, and water-fertilizer productivity of greenhouse tomato	10.1016/j.agwat.2017.02.006	Factores que influyen la calidad del fruto	2017	7	33
Tomato quality as influenced by preharvest factors	10.1016/j.scienta.2018.01.056	Factores que influyen la calidad del fruto	2018	9	21
Unraveling the complexity of transcriptomic, metabolomic and quality environmental response of tomato fruit	10.1186/s12870-017-1008-4	Factores que influyen las propiedades organolépticas del producto	2017	6	22
Evaluation of novel bitter cassava film for equilibrium modified atmosphere packaging of cherry tomatoe	10.1016/j.ps.2017.04.007	Conservación de alimentos	2017	6	11

Título	DOI	Temática	Año	Citaciones en el corpus de datos	Citaciones en toda la base de datos
Agronomical, physiological and fruit quality responses of two Italian long-storage tomato landraces under rain-fed and full irrigation conditions	10.1016/j.agwat.2016.11.004	Conservación de alimentos	2017	5	15
Tomato tolerance to abiotic stress: a review of most often engineered target sequences	10.1007/s10725-017-0251-x	Factores poscosecha	2017	4	29
Exploring the effects of selenium treatment on the nutritional quality of tomato fruit	10.1016/j.foodchem.2018.01.064	Conservación de alimentos	2017	4	21
Use of Natural Diversity and Biotechnology to Increase the Quality and Nutritional Content of Tomato and Grape	10.3389/fpls.2017.00652	Factores poscosecha	2017	4	19
Transcriptome analysis of aroma volatile metabolism change in tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) fruit under different storage temperatures and 1-MCP treatment	10.1016/j.postharvbio.2017.08.017	Conservación de alimentos	2018	4	16
Effect of regulated deficit irrigation on quality parameters, carotenoids and phenolics of diverse tomato varieties (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	10.1016/j.foodres.2017.03.026	Factores que influyen las propiedades organolépticas del producto	2017	4	15

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix® y Excel®.

Un análisis complementario que nos permite identificar que publicaciones y en qué año generaron un cambio en el desarrollo histórico de la investigación en Poscosecha y transformación de tomate es la espectroscopia anual de referencias. En la Figura 49 se identifica en la serie azul la dinámica de citaciones de las referencias del corpus y en la serie de color rojo representa en que periodos de tiempo la citación de referencias tiene una desviación cinco veces mayor que la mediana.

Figura 49. Espectroscopía de referencias

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Se identifican 11 picos de interés para el análisis específico de las referencias citadas en estos años.

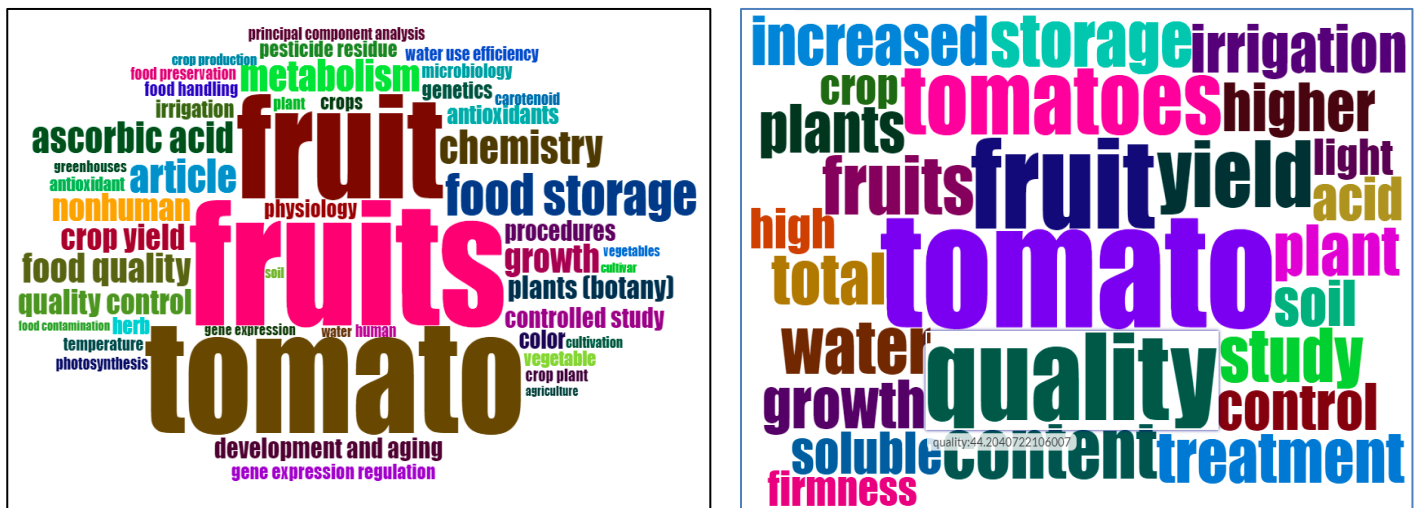
- 1965. SINGLETON V.L. ROSSI J.A. COLORIMETRY OF TOTAL PHENOLICS WITH PHOSPHOMOLYBDIC-PHOSPHOTUNGSTIC ACID REAGENTS (1965) AM. J. ENOL. VITIC. 16 PP. 144-158. 25 citaciones
- 1973. BATES L.S. WALDREN R.P. TEARE I.D. RAPID DETERMINATION OF FREE PROLINE FOR WATER-STRESS STUDIES (1973) PLANT SOIL 39 (1) PP. 205-207. 9 citaciones
- 1986. KADER A.A. EFFECT OF POST HARVEST HANDLING PROCEDURES ON TOMATO QUALITY (1986) ACTA HORTICULTURAE (190) PP. 209-221. 10 citaciones.

- 1991. MITCHELL J.P. SHENNAN C. GRATTAN S.R. MAY D.M. TOMATO FRUITS YIELDS AND QUALITY UNDER WATER DEFICIT AND SALINITY (1991) J AMER SOC HORT SCI 116 PP. 215-221. 23 citaciones
- 2000. ARIAS R. LEE T.C. LOGENDRA L. JANES H. CORRELATION OF LYCOPENE MEASUREDBY HPLC WITH THE L A B COLOUR READINGS OF A HYDROPONIC TOMATO AND THE RELATIONSHIP OF MATURITY WITH COLOUR AND LYCOPENE CONTENT (2000) JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY 48 PP. 1697-1702. 27 publicaciones
- 2002. FISH W.W. PERKINS-VEAZIE P. COLLINS J.K. A QUANTITATIVE ASSAY FOR LYCOPENE THAT UTILIZES REDUCED VOLUMES OF ORGANIC SOLVENTS (2002) JOURNAL OF FOOD COMPOSITION AND ANALYSIS 15 PP. 309-317. 42 citaciones.
- 2004. BATU A. DETERMINATION OF ACCEPTABLE FIRMNESS AND COLOR VALUES OF TOMATOES (2004) J FOOD ENG 61 (3) PP. 471-475 31 citaciones
- 2006J. AVANMARDI J. KUBOTA C. VARIATION OF LYCOPENE ANTIOXIDANT ACTIVITY TOTAL SOLUBLE SOLIDS AND WEIGHT LOSS OF TOMATO DURING POSTHARVEST STORAGE (2006) POSTHARVEST BIOL. TECHNOL. 41 PP. 151-155 41 citaciones
- 2010. PATANE C. TRINGALI S. SORTINO O. EFFECTS OF SOIL WATER ON YIELD AND QUALITY OF PROCESSING TOMATO UNDER A MEDITERRANEAN CLIMATE CONDITIONS (2010) AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT 97 PP. 131-138. 31 citaciones
- 2013. CHEN J. KANG S. DU T. QIU R. GUO P. CHEN R. QUANTITATIVE RESPONSE OF GREENHOUSE TOMATO YIELD AND QUALITY TO WATER DEFICIT AT DIFFERENT GROWTH STAGES (2013) AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT 129 PP. 152-162. 27 citaciones
- 2015. FAGUNDES C. MORAES K. PREZ-GAGO M.B. PALOU L. MARASCHIN M. MONTEIRO A.R. EFFECT OF ACTIVE MODIFIED ATMOSPHERE AND COLD STORAGE ON THE POSTHARVEST QUALITY OF CHERRY TOMATOES (2015) POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY 109 PP. 73-8. 25 citaciones.

7.1.6. Palabras clave

El campo de palabras clave ofrece una primera aproximación a los ejes temáticos y tópicos de la investigación en poscosecha y transformación de tomate. En la figura 50 se presenta a través de la visualización de “nube de palabras”, en que el tamaño de la palabra indica su número de ocurrencias. El campo de resúmenes (abstracts) complementa la aproximación a los ejes temáticos y tópicos

Figura 50. Nube de palabras clave y abstracts



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

Se identifican palabras recurrentes el tema de interés de calidad de producto, control de calidad, rendimiento, crecimiento, firmeza del fruto, color del fruto y almacenamiento. Otros tópicos relacionados son la contaminación de alimentos, el análisis de carotenoides y antioxidantes, la manipulación y conservación de alimentos, el análisis de residualidad de pesticidas entre otros.

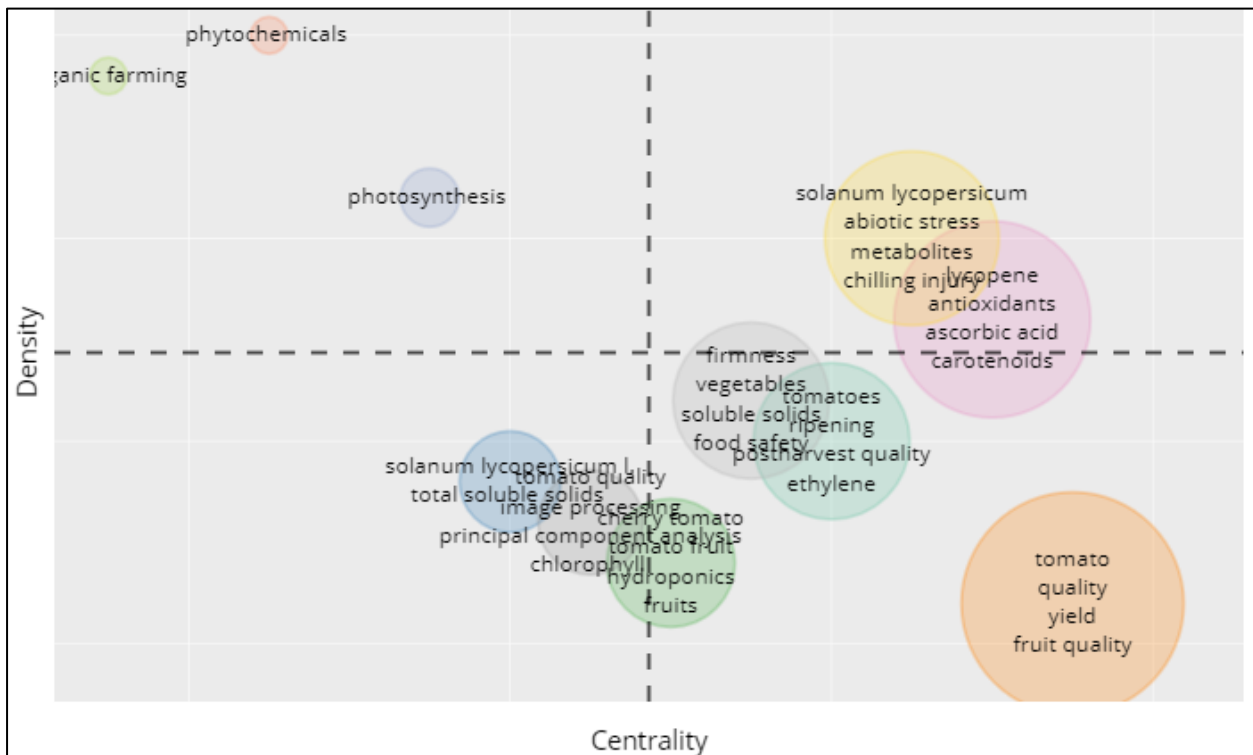
7.2. Indicadores de coocurrencia

Este tipo de análisis permite utilizar diferentes algoritmos y métodos para identificar temas de investigación y tópicos específicos, a partir de campos recurrentes de las publicaciones como las palabras clave.

7.2.1. Mapa temático

Este mapa también denominado mapa estratégico permite a través de la categorización de tópicos clave con respecto a las variables centralidad (la importancia del tema en el campo de investigación) y densidad (medida del grado de desarrollo del tema), en cuatro cuadrantes clave. En la Figura 51 se presenta el mapa para los tópicos de investigación en agricultura circular.

Figura 51. Mapa temático Poscosecha y Transformación de tomate



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

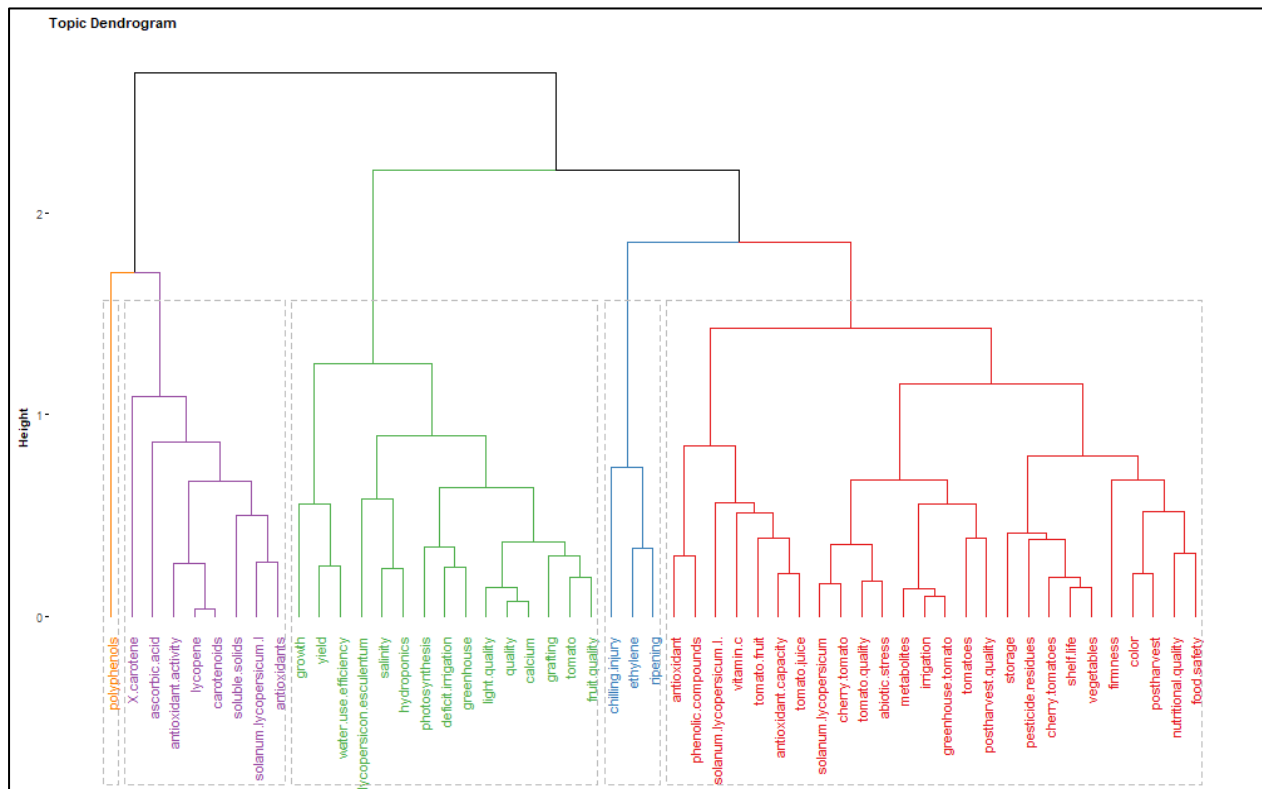
- **Cuadrante superior derecho – temas motor:** los temas motor que actualmente promueven e impulsan la investigación en poscosecha y transformación de tomate están relacionados en el nodo amarillo con las afectaciones al producto en precosecha y cosecha que generan estrés abiótico, el análisis de metabolitos del fruto y su dinámica y comportamiento desde la unidad productiva a la unidad de comercialización, análisis del daño por enfriamiento y análisis de la cadena de frío y su incidencia en la calidad del producto. En el globo rosado se identifican tópicos asociados a la composición nutricional del tomate, en la que se destacan el enfoque de garantizar el contenido de licopeno y otros carotenoides; el contenido de ácido ascórbico y el valor agregado de antioxidantes.
- **Cuadrante inferior derecho – temas básicos y transversales:** estos tópicos sientan las bases de la temática en estudio específicamente en el nodo verde se presentan lo relacionado con la maduración del fruto, cómo indicativo de calidad y trazabilidad en la cadena de suministros, así como la producción de etileno durante el proceso de maduración. Complementariamente, en el nodo gris claro de identifican los temas relacionados con la firmeza del fruto, factor clave en la valoración de calidad, el contenido de sólidos solubles totales cómo indicador de madurez y finalmente la importancia del tomate en la seguridad alimentaria. El nodo naranja engloba el tópico clave de interacción entre el manejo cosecha en la calidad poscosecha.
- **Cuadrante inferior izquierdo – temas emergentes y decadentes:** este cuadrante representa dos tipos de tópicos según la interpretación que se les dé en el contexto de la investigación de poscosecha en tomate, emergentes (de reciente aparición) o decadentes (en declive o transformación). Se destaca en análisis del fruto a través de procesamiento de imágenes, que permite analizar la calidad del fruto y monitorear cambios en sus principales componentes.
- **Cuadrante superior izquierdo – temas altamente desarrollados pero aislados:** este cuadrante presenta temas que han tenido un alto desarrollo investigativo, pero aún no se consolidan cómo temas motor. Tres tópicos aparecen en la investigación entre 2017-2020 relacionados con la agricultura orgánica, el uso de fitoquímicos para mejorar la calidad del fruto y el análisis de las condiciones de agricultura protegida en la fotosíntesis de la planta.

7.2.2. Análisis dendométrico

Este mapa permite reducir la dimensionalidad de los datos cuantitativos y representar su interacción en un mapa bidimensional. La interacción de las palabras se mide en función de su ocurrencia en los artículos a mayor cantidad de artículos más cercanía y viceversa (Aria & Cuccurullo, 2017). Se identifican cuatro grupos de interacción, los cuales se enfocan en temas o tópicos específicos.

- Sección Roja – factores determinantes de la calidad: en esta sección se agrupan los tópicos que inciden en la calidad del producto como la irrigación en la fase de cultivo, el control del estrés abiótico y las unidades de agricultura protegida; así mismo, se presentan tópicos asociados al valor agregado del fruto, principalmente, el contenido de antioxidantes, compuestos fenólicos, vitamina C y carotenoides. Finalmente, algunos tópicos la vida en anaquel, la residualidad de pesticidas y la transformación complementan esta sección.
- Sección Verde – tópicos de cosecha: cómo los niveles de nutrientes del suelo, el rendimiento de la unidad productiva y la evaluación de modos de cultivo (tradicional, invernadero e hidropónico).
- Sección Violeta – Valor agregado: el contenido de licopeno y antioxidantes determina la calidad del producto de la granja a la mesa.
- Sección Azul – cadena de frío: pérdidas asociadas al daño por frío a lo largo de la cadena de suministros, incidencia de los niveles de producción de etileno en la maduración de los productos.
- Sección Naranja – diferenciador: análisis de polifenoles.

Figura 52. Dendrograma

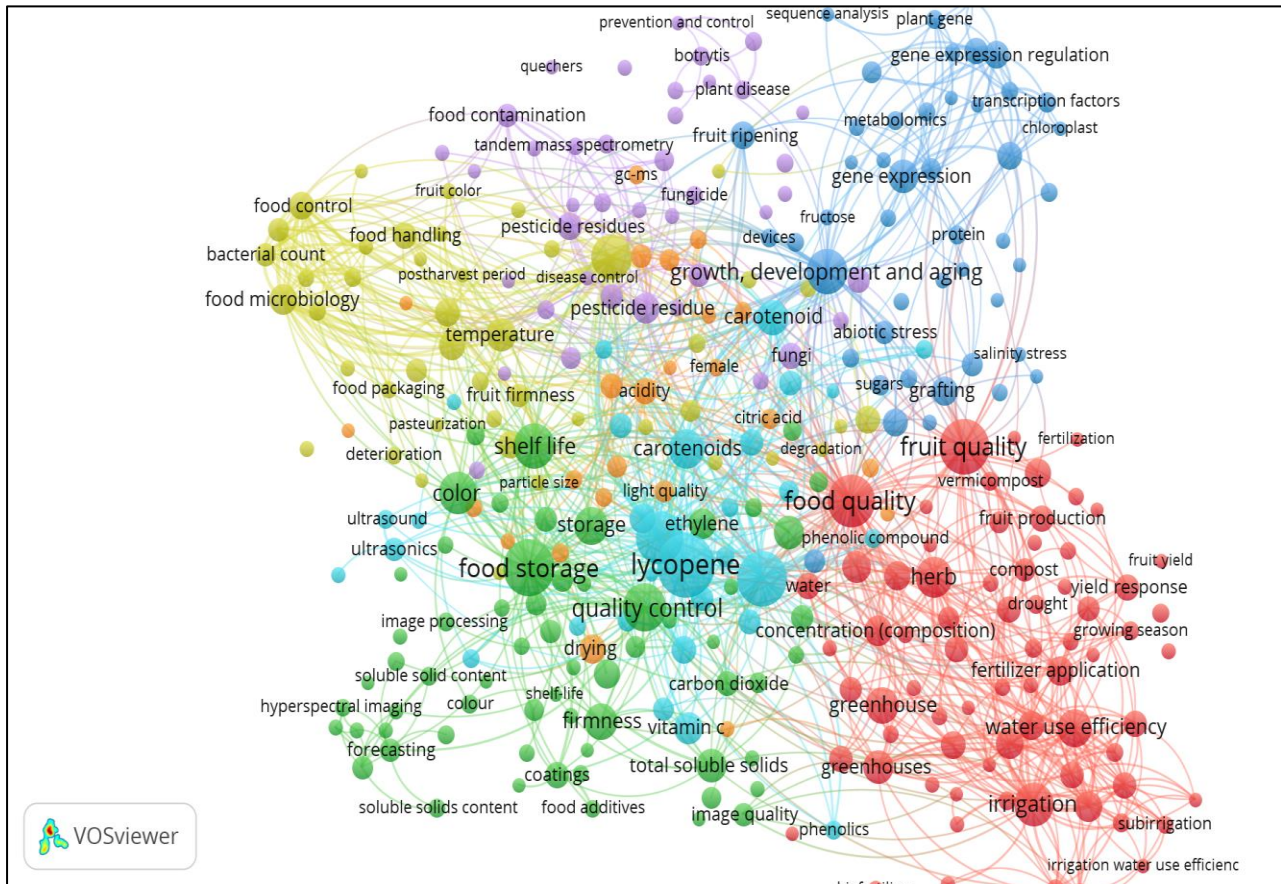


Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis Bibliometrix®

7.3. Análisis de redes

En esta sección se presenta el análisis de redes de coocurrencias que permite a través de las palabras clave de las publicaciones y sus campos de texto en títulos y resúmenes, generar una aproximación a temáticas de investigación y tópicos específicos. A través de algoritmos de clusterización se analizan las interacciones entre las palabras en estos campos de texto y se genera una asociación. En la Figura 53 se presentan la red de coocurrencia de palabras clave.

Figura 53. Red de coocurrencia de palabras clave



Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis VOSviewer®

La red comprende 7 clústeres de interacción que pueden ser asociados a temáticas de base y ser conformadas por tópicos específicos entre los 321 que conforman la red.

- **Clúster verde – control de calidad y almacenamiento:** este clúster se enfoca en dos tópicos centrales el control de calidad y el almacenamiento de alimentos. El primero contempla el uso de tecnologías de análisis de espectro infrarrojo (imágenes hiper espectrales), monitoreo de la tasa de respiración del producto y el análisis del contenido de sólidos totales. Otro factor de monitoreo es la firmeza del fruto y a la incorporación de películas de recubrimiento que contribuyan cómo barrera y protección ante el daño mecánico además de ser comestibles. El segundo contempla

tópicos cómo el mantenimiento del color y la textura durante el almacenamiento en frío.

- **Clúster amarillo – seguridad alimentaria:** en este clúster se conforma la temática de microbiología de alimentos y su contribución a garantizar la seguridad alimentaria desde el factor de inocuidad. Los principales tópicos son el análisis y presencia de colonias bacterianas, análisis específicos de listeria, salmonella y e. coli. Se integran tópicos relacionados con la manipulación de alimentos a lo largo de la cadena de suministros, que derivan en procesos de preservación de la calidad en almacenamiento y transporte.
- **Clúster azul – expresión génica:** se identifica un clúster específico que incide en el manejo poscosecha del tomate, relacionado con la expresión genética de características diferenciadoras. Se destacan elementos asociados a resistencia a factores abióticos (salinidad del suelo, déficit hídrico), mejoramiento genético a través de plantas transgénicas (resistencia a plagas y enfermedades), estudios genómicos y transcriptomas para el control de la maduración del fruto y la bioacumulación de carbohidratos y proteínas.
- **Clúster rojo – calidad del fruto cosechado:** este clúster está conformado por tópicos que inciden en la calidad del fruto en las fases de poscosecha y transformación, pero su control incide en la etapa de cosecha. Se destacan la agricultura protegida, la fertilización e irrigación, la conservación de recursos hídricos, el compostaje, sistemas agroforestales, entre otros. Lo anterior evidenciado en el rendimiento del cultivo, la tasa de crecimiento del fruto y la respuesta fisiológica.
- **Clúster violeta – control biológico y residualidad:** este clúster se enfoca en uno de los principales temas que articula seguridad alimentaria, calidad del fruto y expresión genética, la residualidad de agroquímicos y la necesidad de incorporar en las unidades de producción bioproductos para el control de afecciones bióticas.
- **Clúster naranja – compuestos volátiles:** este clúster se enfoca en las técnicas y métodos para hacer seguimiento al contenido de compuestos volátiles del producto, abarcando la fragmentografía de masas, la cromatografía de gases y la espectrometría de masas. Así mismo, se incorpora el análisis sensorial de los

Fuente. Elaboración propia a partir de información recuperada de Scopus®. Fecha de consulta Septiembre de 2020. Software de análisis VOSviewer®

- **Clúster rojo complementa el clúster de calidad del fruto cosechado:** los tópicos específicos relacionan el nitrógeno, el uso de fertilizantes químicos, el uso de biopesticidas basados en *Trichoderma*, y fertilizantes orgánicos, oxigenación de la planta, y control del estrés hídrico.
- **Clúster violeta y azul complementan el clúster de expresión génica:** tópicos relacionados con la semilla del fruto, y la incidencia de diferentes tipos de luz (azul, blanca, roja, ultravioleta) en el crecimiento bajo condiciones de invernadero. Investigaciones en el metabolismo de la planta y la resistencia a plagas, así como la tolerancia a estrés abiótico.
- **Clúster amarillo complementa el clúster de control biológico y residualidad:** tópicos identificados en el análisis de residualidad en el fruto y en productos elaborados como jugos, pastas y polvos.
- **Clúster cian:** tópico emergente de incidencia de compuestos como zeolitas y elementos como el selenio, el cobre y el zinc en la producción de etileno y la tasa de respiración del producto.

▪

En la figura 55 se presentan los mapas de calor generados con el análisis de coocurrencias de palabras clave y de textos clave. Este tipo de mapas maneja una escala colorimétrica basada en una escala de desarrollo. Color rojo, tópicos altamente desarrollados; color amarillo tópicos con mediano desarrollo; color verde, tópicos de frontera con desarrollo específico.

7.4. Análisis de documentos referentes

Descriptor	Análisis
Título	Active packaging from chitosan-titanium dioxide nanocomposite film for prolonging storage life of tomato fruit
Objetivo	<p>Investigar la factibilidad de uso de empaques bioactivos de chitosan combinados con dióxido de titanio a escala nanométrica para la preservación de frutas climatéricas en almacenamiento.</p> <p>Contrastar cambios en variables como firmeza, pérdida de color, pérdida de peso, contenido de licopeno, sólidos solubles totales, ácido ascórbico, concentración de etileno y dióxido de carbono.</p>
Métodos	<p>Ensayos de laboratorio de la película de chitosan con el nanocompuesto, frente a la película solo con chitosan y un control sin película de protección. Se escogió la variedad de tomates cherry en el estado de desarrollo de aparición preliminar del color rojo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de concentración de etileno: cromatografía de gases • Firmeza de la fruta: Analizador de texturas de fruta • Pérdida de peso: análisis diferencial de masa • Contenido de licopeno: Extracción con hexano y medición de absorbancia con espectrómetro de luz en el espectro visible • Sólidos solubles totales: refractómetro • Ácido ascórbico: análisis de acidez titulable
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Película de chitosan con el nanocompuesto de dióxido de titanio en exposición a luz ultravioleta permite la fotodegradación del etileno a agua y dióxido de carbono, lo que suspende el proceso de maduración. • Reducción en la pérdida de firmeza asociada a la concentración de etileno y la formación de compuestos pépticos • Retardación en la formación del color • Incremento en la concentración del licopeno se retarda por el control de etileno • Retención del contenido de ácido ascórbico durante 7 días • Disminución de daños por hongos gracias a la función antimicrobiana de las películas (<i>Escherichia coli</i>, <i>Salmonella Typhimuirum</i>, <i>Pseudomonas</i>

	<p>aeruginosa <i>Aspergillus oryzae</i> <i>Penicillium roqueforti</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso sinérgico en el uso de luz ultravioleta
Trabajos futuros	Análisis del potencial comercial de las películas de quitosan y nanocompuestos de dióxido de titanio.

Descriptor	Análisis
Título	Tomato quality as influenced by preharvest factors
Objetivo	Reseña sobre la influencia de factores precosecha en la calidad del tomate específicamente tamaño de la fruta, color, sabor, frescura, textura y valor nutricional (ácido ascórbico, licopeno, polifenoles, entre otros).
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de revisión sistemática de literatura •
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de factores ambientales que impactan la producción de metabolitos y antioxidantes • Identificación de factores más incidentes: intensidad de la luz, humedad y temperatura • Efectos: desarrollo de la planta, expansión foliar, asimilación de carbono, transpiración de la planta, entre otros. • Factores que afectan la composición de la fruta y el contenido de sólidos solubles: estrés por salinidad, fertilización, uso de esquejes, podas • Control genético: efectos de la diversidad génica en el tamaño de la fruta, la firmeza, apariencia y vida en anaquel. Análisis de marcadores moleculares QTL. • Optimización de la calidad de la fruta a partir del modelamiento: calidad de la fruta como problema multicriterio, que involucra factores ambientales, genéticos y de manejo del cultivo.
Trabajos futuros	<p>Profundizar en la investigación de la incidencia de factores en el contenido de volátiles</p> <p>Diseño de cultivares a partir de ideo-tipos.</p>

Descriptor	Análisis
Título	Transcriptome analysis of aroma volatile metabolism change in tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) fruit under different storage temperatures and 1-MCP treatment
Objetivo	Análisis transcriptómico de ARN de compuestos volátiles del tomate bajo condiciones de atmosferas modificadas (temperatura y 1-methylchloropropeno). Determinación de la afección en la expresión de genes
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Se tomaron como materiales de siembra variedades de tomate cherry. • Dos tipos de ensayo bajo condiciones de almacenamiento en temperatura de enfriamiento (bajo 4°C), temperatura de almacenamiento (10°C) y temperatura ambiente (25°C) • Evaluación de maduración: medición de etileno con cromatógrafo de gases, medición de firmeza con un esclerómetro digital. • Extracción de ARN utilizando QIAGEN (RNeasy Plant Mini Kit and RNase-free DNase set). • Secuencias de datos utilizando: SeqPrep; Sickle; Tophat y Cuffdiff software • Validación de secuencias utilizando qRT-PCR
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Menor tiempo en cambio de color y menor pérdida de firmeza bajo atmosferas de 1-MCP. • Disminución del contenido de solidos en condiciones de baja temperatura y atmosfera modificada. • La menor variabilidad en la expresión de genes se da a temperatura de almacenamiento de 10°C y atmosfera modificada. • Riesgos de daño por frio en la calidad de la fruta. Relación de temperaturas de almacenamiento y estado de madurez
Trabajos futuros	Profundizar en rangos de temperatura y atmosferas de almacenamiento en anaquel y en la casa del consumidor.

Descriptor	Análisis
Título	Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) fruit
Objetivo	Preparación y Análisis del uso de películas comestibles fabricadas a partir de almidón de semilla de mango, en almacenamiento de tomate
Métodos	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de almidón de semillas de variedades locales de mango. • Uso de tomates cosechados en estado de maduración verde • Métodos de extracción y formación de película de almidón • Método de aplicación de la película de almidón • Medición de calidad poscosecha de tomates con película y sin película. • Firmeza del fruto: Máquina de testeo universal • Sólidos solubles, ácido ascórbico, acidez titulable • Evaluación sensorial
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución en la pérdida de peso por el efecto de membrana semipermeable • Retención de firmeza y textura • Reducción en la concentración de sólidos solubles totales • Retardación en la degradación de ácidos orgánicos asociados a la acidez titulable • Mejoramiento de las condiciones de almacenamiento del producto
Trabajos futuros	Estandarización en la producción de películas comestibles.

8. Agricultura Protegida

▪

Para el área temática de agricultura protegida en tomate se recuperaron 845 publicaciones. Estas publicaciones constituyen el corpus específico del análisis. En las siguientes secciones se desarrollan análisis específicos orientados a describir el estado actual de la investigación y las tendencias más relevantes.

8.1. Indicadores de impacto, actividad y coocurrencia

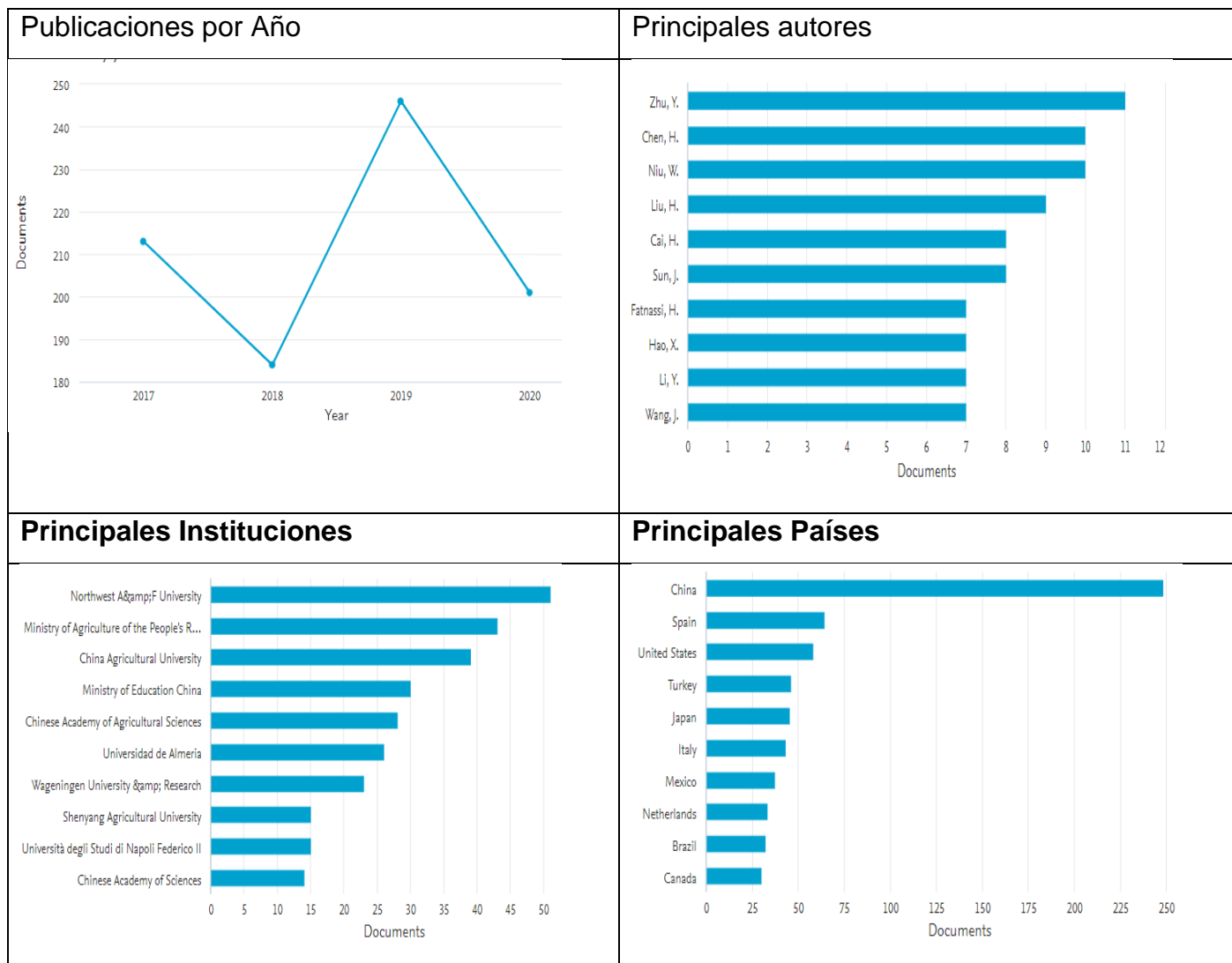
Los indicadores de impacto y actividad permiten establecer la significancia, visibilidad y colaboración en el desarrollo científico de la temática en estudio. Dentro de los que se destacan están las publicaciones por año, autor, país, institución, tipología de publicación, entre otros.

8.1.1. Indicadores de Actividad

En la siguiente figura se presentan los indicadores de actividad, en donde se identifican tendencias variables en los últimos años, en el año 2017 hubo 213 publicaciones, en el 2018 disminuyó la investigación con relación a la cifra del año anterior con 184 publicaciones, 2019 246 y en lo que va corrido del año 2020, 201 publicaciones. El autor más representativo en investigaciones es Zhu, Y. de la Universidad Northwest A&F, su enfoque es ciencias agrícolas y biológicas, medioambiental, Bioquímica y Biología Molecular, con 11 publicaciones y 43 citaciones, el siguiente autor es Chen, Hui de la Universidad Agrícola del Sur de China, sus áreas temáticas se enfocan en Ciencias agrícolas y ciencia de la tierra y planetarias entre otras cuenta con 10 publicaciones y 43 citaciones y Niu, Wenquan con 10 publicaciones y 27 citaciones de la Universidad Northwest A&F enfocado en ciencias mediambientales y ciencias de la tierra. Las instituciones con mayor número de publicaciones son Universidad Northwest A&F con 51 publicaciones, el Ministerio de Agricultura de la República Popular de China con 43 y la Universidad Agrícola de China con 39 publicaciones. Así mismo los 3 países con mayor número de investigaciones son China, España y Estados Unidos con 248, 64 y 58 publicaciones respectivamente.

Por tipología el 84% corresponde a artículos, el 14% a conferencias y los demás se centran en documentos de revisión, capítulos de libro y revisiones de conferencia.

Figura 56. Indicadores de actividad Agricultura protegida (Tomate)



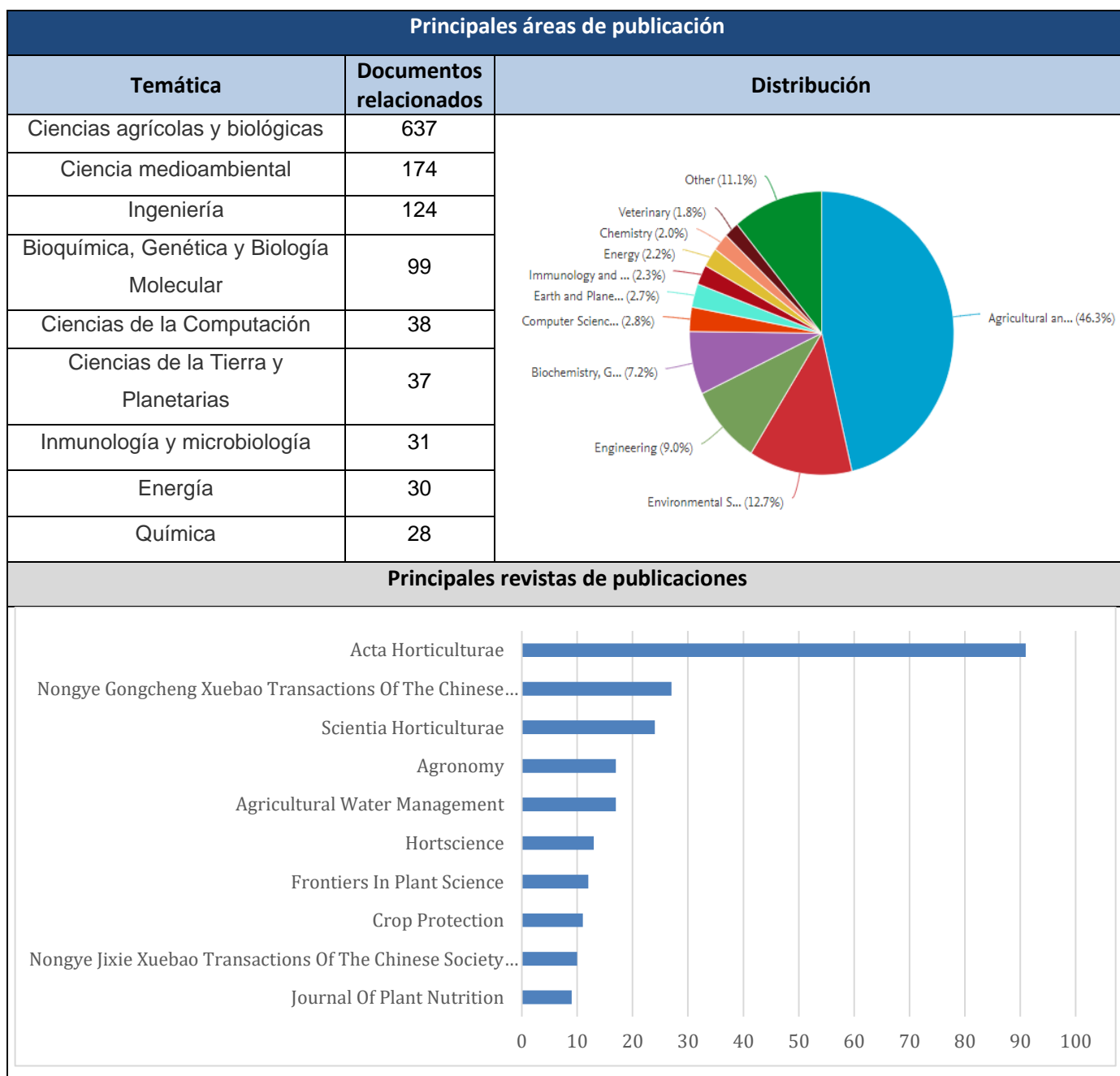
Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

Respecto a las áreas de trabajo de los documentos, el 46% corresponden a ciencias agrícolas y biológicas, el 12% a ciencia medioambiental, el 9% a Ingeniería y Bioquímica, genética y biología molecular representa el 7%.

En cuanto a las principales revistas se destacan *Acta Horticulturae* con 97 publicaciones, *Nongye Gongcheng Xuebao* *Transactions Of The Chinese Society Of Agricultural*

Engineering con 27 publicaciones, Scientia Horticulturae con 24 y Agronomy con 17 publicaciones.

Tabla 15. Indicadores de actividad 2 – Agricultura Protegida



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Excel®

8.1.2. Indicadores de Impacto

En el siguiente cuadro se visualiza el total de citaciones y las 5 publicaciones más citadas; así como el comportamiento de la colaboración de autores por publicaciones.

Tabla 16. Indicadores clave de impacto

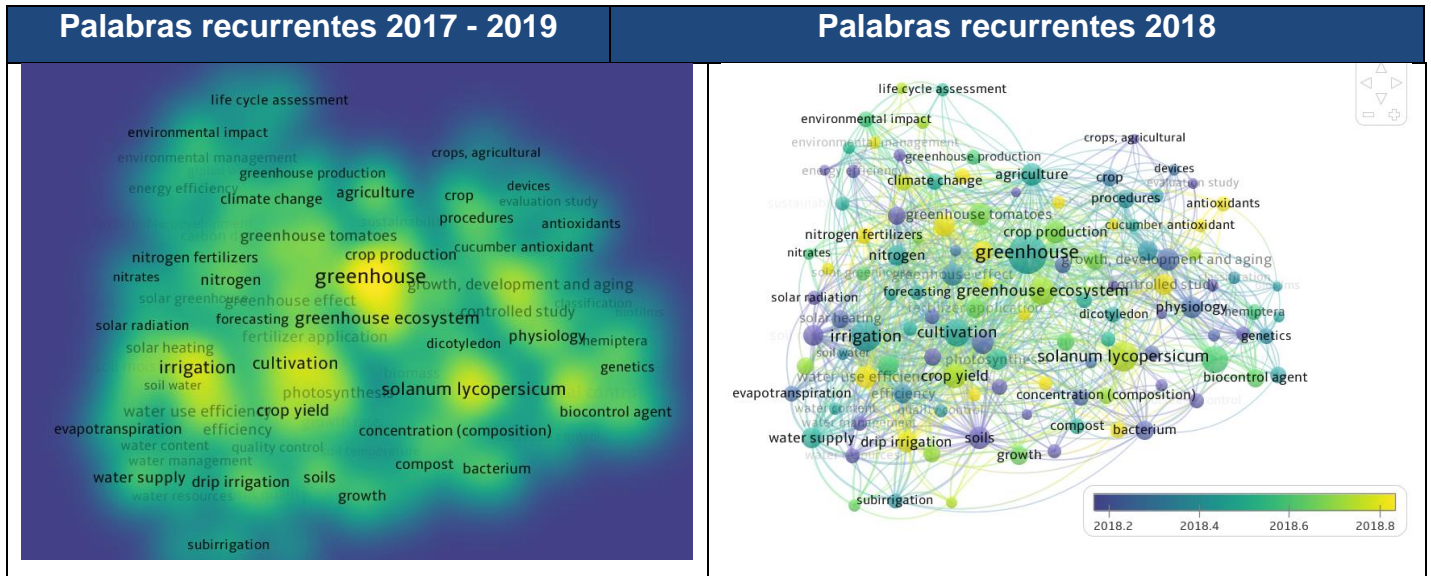
Grupo de indicadores	Indicadores (2009-2018)		Análisis
Citaciones	Total de citaciones	2124	Aproximadamente 8.500 citaciones se presentaron en el periodo de análisis, por año 2124 citaciones de los documentos de investigación del periodo 2012-2019
	Citaciones por publicación	39	
	Impacto Ponderado de Citaciones	0,39	
Publicaciones	Publicaciones más citadas		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Foliar applications of a legume-derived protein hydrolysate elicit dose-dependent increases of growth, leaf mineral composition, yield and fruit quality in two greenhouse tomato cultivars.</u> Roupael, Y., Colla, G., Giordano, M., (...), Kyriacou, M.C., De Pascale, S. <u>Scientia Horticulturae</u> 226, pp. 353-360 (2017) (73) • <u>Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato.</u> Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P., Roupael, Y. <u>HortScience</u> 52(9), pp. 1214-1220 (2017) (51) • <u>Life cycle perspectives on the sustainability of Ontario greenhouse tomato production: Benchmarking and improvement opportunities.</u> Dias, G.M., Ayer, N.W., Khosla, S., (...), Whitney, S., Hendricks, P. <u>Journal of Cleaner Production</u> 140, pp. 831-839 (2017) (36) • <u>Evaluation of the effects of irrigation and fertilization on tomato fruit yield and quality: A principal component analysis.</u> Wang, X., Xing, Y. <u>Scientific</u>

Grupo de indicadores	Indicadores (2009-2018)		Análisis
			<p>Reports 7(1),350 (2017) (36)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Effects of two slow-release nitrogen fertilizers and irrigation on yield, quality, and water-fertilizer productivity of greenhouse tomato.</u> <u>Li, Y., Sun, Y., Liao, S., (...), Yang, J., Zhang, L.</u> (2017) (33)
Colaboración	Colaboración de Autores		<p>En la colaboración entre autores sobre las publicaciones se evidencia que 3164 participaron en documentos con varios autores, 43 documentos fueron realizados por un solo autor, el índice de colaboración es de 4,56</p>
	Documentos de un solo autor	20	
	Coautores por documento	5,3	
	Índice de Colaboración	3,84	
Autores de documentos varios autores	3164		

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

En la Figura 57 se muestra la evolución de los principales temas de trabajo. En la primera ventana se identifican los temas emergentes del periodo 2017-2019 palabras relevantes como invernadero, y sus diferentes investigaciones referentes al ecosistema, producción, efectos, etc. En la segunda se identifican términos relevantes que se relacionan entre sí.

Figura 57. Evoluciones principales términos

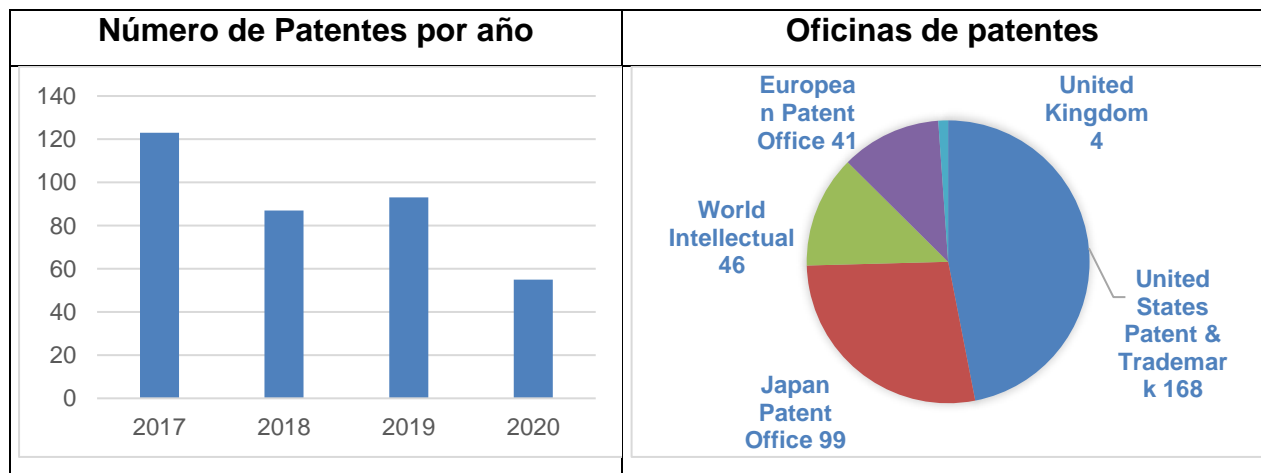


Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento VOSviewer

8.2. Análisis de patentes

Para los periodos 2017 a 2020 se presentaron 358 patentes; las oficinas de patentes más representativas son: Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos con 168, Oficina de Patentes de Japón con 99, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual con 46, Oficina Europea de Patentes 41.

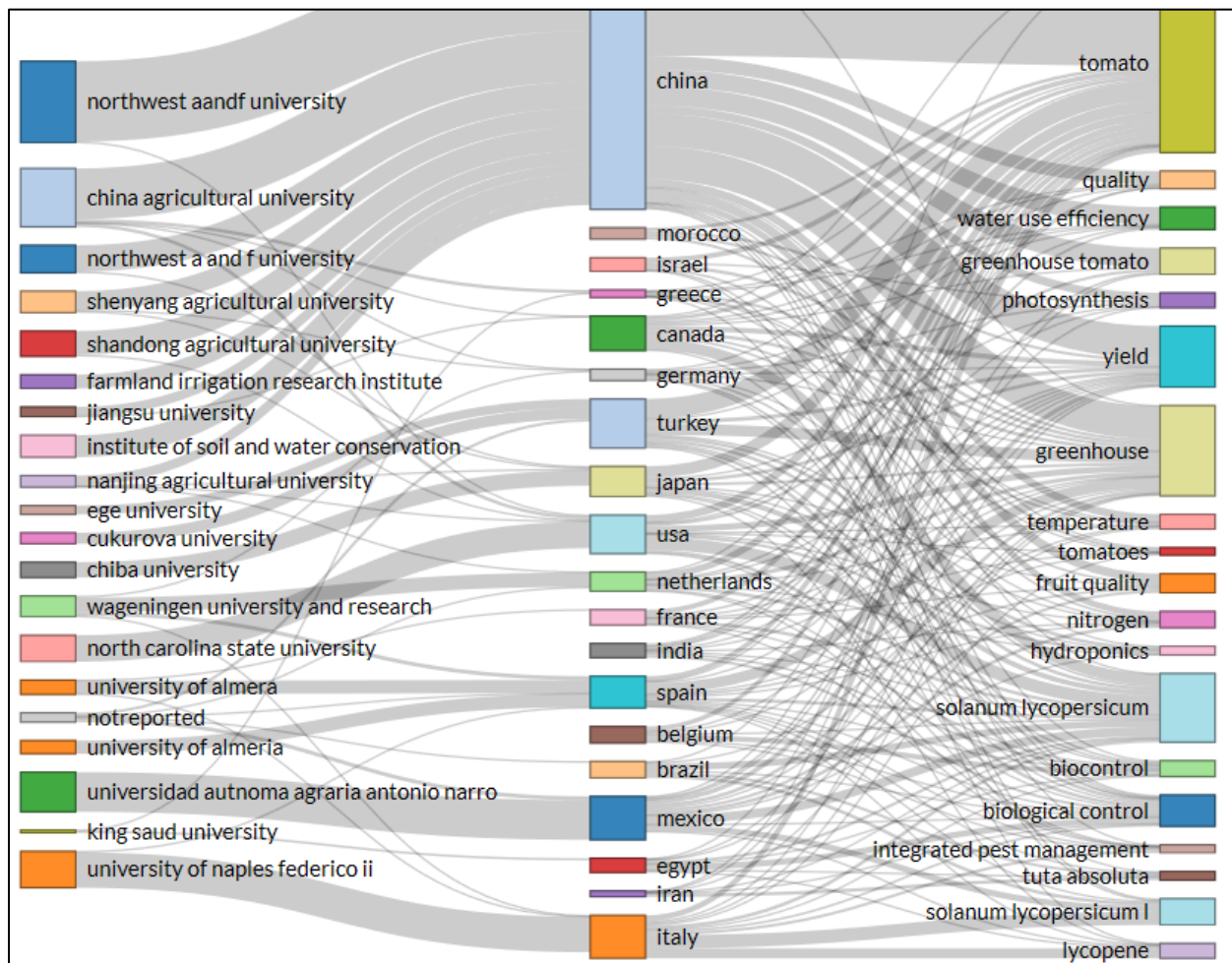
Figura 58. Patentes Agricultura protegida (Tomate)



8.3. Indicadores de coocurrencia

En la Figura 59 se presenta el gráfico tipo Sankey para la temática de Agricultura Protegida en Tomate, este tipo de gráfico permite identificar a través de flujos la representatividad de los países y sus instituciones con el comportamiento de los diferentes tópicos más relevantes.

Figura 59. Gráfico Sankey Agricultura protegida (Tomate)



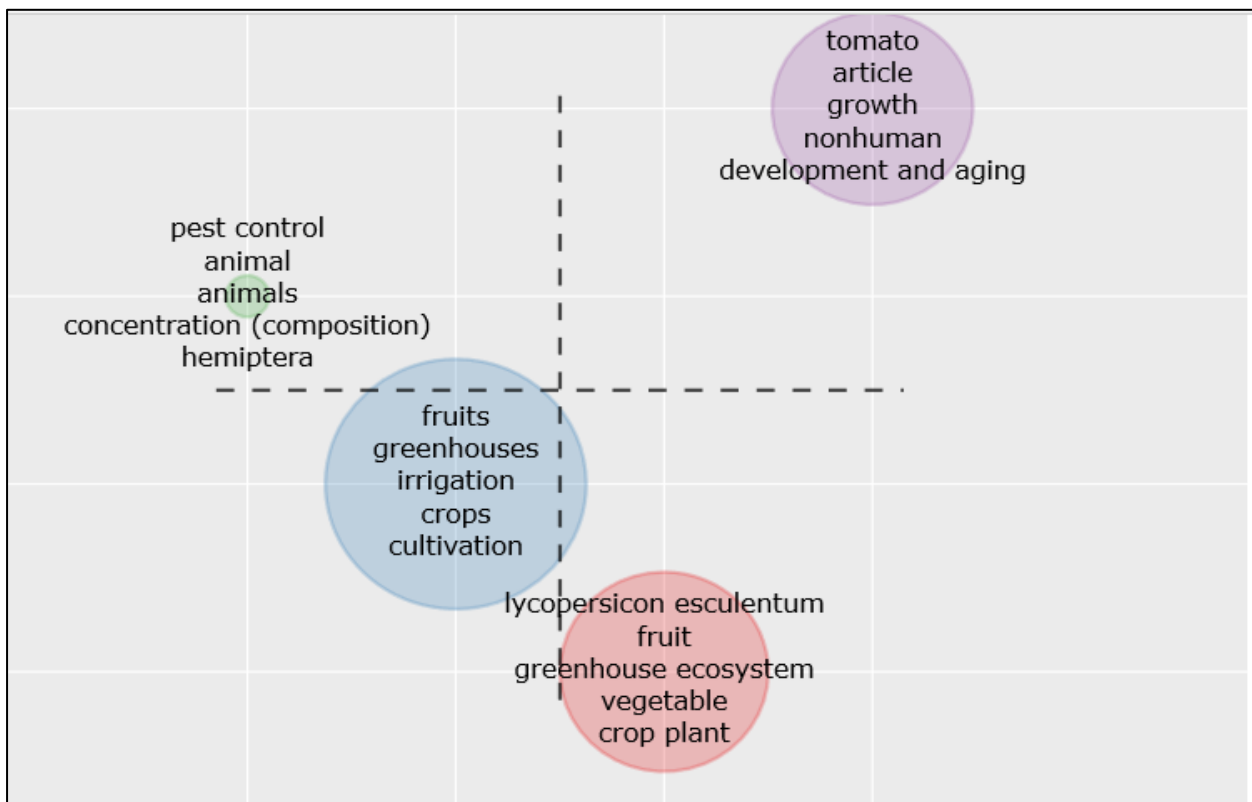
Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

China genera 470 publicaciones con las universidades de Northwest a and f, china agricultural, Shenyang agricultural investigaciones agropecuarias en tomate y las

condiciones, ecosistema, efectos, producción y rendimiento de los invernaderos; Italia generó 78 publicaciones con la Universidad de Napoles federico II en investigaciones de tomate y el compuesto que absorbe la luz durante la fotosíntesis protegiendo las plantas de la fotosensibilidad el licopeno; el siguiente país México con la Universidad autónoma agraria Antonio Narro investigaciones en el tomate, la calidad de sus componentes, el uso eficiente del agua y de los invernaderos.

En la Figura 60 se presenta el mapa temático de categorización de tópicos para el área temática de Agricultura protegida. Este mapa permite categorizar a través del uso de algoritmos de correlación palabras clave, los tópicos de investigación en cuatro categorías son:

Figura 60. Mapa Temático Agricultura protegida (Tomate)



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Scopus®. Información recuperada en Septiembre de 2020. Software de procesamiento Bibliometrix®

Los tópicos motor-ubicados en la parte superior derecha se caracterizan por ser de alta importancia en la investigación, se identifica, el crecimiento, desarrollo y envejecimiento del tomate.

Los tópicos transversales se ubican en el cuadrante inferior derecho, su importancia es de media y alta, se identifican los siguientes tópicos: además del tomate como consumo, el ecosistema del invernadero y los cultivos de las plantas.

Los tópicos emergentes o decadentes se ubican en el cuadrante inferior izquierdo cuya importancia es baja y se asocia a un tópico nuevo o a tópico que ha perdido relevancia, entre ellos esta los diferentes análisis de invernaderos, el tomate como fruta y la irrigación.

Los tópicos altamente desarrollados se ubican en el cuadrante superior izquierdo, cuentan con alto grado de desarrollo, pero su importancia global es baja, entre ellos se encuentran los tópicos de Control de Plagas y la composición del tomate.

En la Figura 61 se presenta la red de coocurrencia de tópicos clave, la cual permite profundizar en tópicos por clústeres específicos. La red de coocurrencia permite identificar con un mayor detalle y especificidad tópicos en Agricultura Protegida para Tomate. La red está conformada por 4 clústeres diferenciados por colores que abarcan 148 tópicos.

1. **Clúster 1. Rojo – Factores relacionados con el invernadero:** En este clúster se destacan investigaciones relacionados al crecimiento, desarrollo, envejecimiento y ecosistema de los invernaderos, así como estudios experimentales en concentración, cosecha, producción de cultivos, aislamiento y purificación y condiciones aptas del invernadero.
2. **Clúster 2. Verde – Factores relacionados con el cultivo:** En este clúster se analizan e investigan tópicos relacionados a la producción de cultivos, la contaminación del suelo, gases en efecto invernadero, fertilizantes, temporada de crecimiento, impacto y factores medioambientales, cambios climáticos y uso eficiente y utilización de la energía.



AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria