

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Análisis de tendencias de investigación en agricultura y su relación con el desarrollo sostenible

Juan Camilo Navarro-Herrera

Candidato a Magíster en Gestión y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá
jcnavarroh@unal.edu.co

Rodrigo Chaves-Ladino

Candidato a Magíster en Gestión y Desarrollo Rural. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá
rochavesl@unal.edu.co

Claudia Nelcy Jiménez-Hernández

Profesora asociada, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Sede Bogotá
cnjimenezh@unal.edu.co

Resumen

Considerando la creciente importancia de la agricultura y su impacto definitivo en el logro del desarrollo sostenible en los próximos años, así como el papel y utilidad de las herramientas de gestión tecnológica en el análisis del avance científico y tecnológico de organizaciones y países, esta ponencia se orienta a estudiar las tendencias de investigación en agricultura tanto a nivel internacional como en Colombia mediante un ejercicio cuantitativo, y analizar su relación con los objetivos de desarrollo sostenible. Los resultados corroboran que los temas relativos a la sostenibilidad están presentes en la investigación en agricultura, destacándose el componente social en el caso de Colombia. Se concluye que las tendencias identificadas se orientan a temas clave en la implementación de la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030.

Palabras clave

Agricultura, cuantimetría, desarrollo sostenible.

Introducción

La agricultura es una actividad de gran importancia estratégica y base fundamental para el desarrollo autosuficiente y la generación de beneficios económicos en regiones y países, que se enfrenta en el presente siglo a diversos retos como la producción de más alimentos para una población en constante crecimiento, la seguridad alimentaria, una fuerza rural más pequeña y las amenazas del cambio climático, entre otros. Tales retos son mayores para los países en vías de desarrollo, con poblaciones cada vez más elevadas y una marcada desigualdad social, por lo que el desarrollo científico y tecnológico tiene un papel clave en el mejoramiento y la adaptación de la agricultura a la realidad actual, y para lograr mayor competitividad del sector agrario (Díaz *et al*, 2014; Mateos *et al*, 2014).

Estos retos han dirigido a los gobiernos a plantear estrategias que permitan mejorar la competitividad y desarrollo de las naciones. Así mismo, diferentes organizaciones como el Centro Internacional de Agricultura Tropical y el Banco Interamericano de Desarrollo, han unido esfuerzos para apoyar la planeación estratégica para la agricultura en América Latina y el Caribe, y han hecho énfasis en la necesidad de continuar con estudios prospectivos y de análisis de tendencias, que contribuyan a dilucidar los retos y oportunidades emergentes para la región,

principalmente en temas ambientales (CIAT, 2014). En este sentido, la gestión tecnológica enfocada en la agricultura puede aportar mediante la aplicación de herramientas como la prospectiva y la vigilancia tecnológica, en la identificación de alternativas de desarrollo y en la orientación de las acciones con base en las fortalezas y la amplia disponibilidad de recursos de la biodiversidad en países como Colombia, para hacer frente a los desafíos planteados por el contexto actual, y contribuir al logro de los objetivos de desarrollo sostenible, considerando que los países de Latinoamérica aún tienen mucho por hacer para lograr la resiliencia y sostenibilidad en la agricultura, su adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (FAO, 2019).

El objetivo de esta ponencia es identificar el panorama general y las tendencias actuales de investigación en temáticas relacionadas con la agricultura en el nivel mundial y en Colombia en los últimos años, con base en un ejercicio de cienciometría, como una técnica en el marco de la gestión tecnológica que facilita este estudio, y analizar la relación de estas tendencias con los objetivos de desarrollo sostenible.

Metodología

Entre las herramientas de gestión de tecnología e innovación disponibles actualmente, la vigilancia tecnológica se destaca en los ámbitos académicos y empresariales, definida por Marulanda, Hernández y López (2016) como un proceso sistemático para obtener información externa y de la organización sobre ciencia y tecnología, para convertirla en conocimiento como base en la toma de decisiones con menor riesgo e incertidumbre. Como lo señalan Ortiz y Nagles (2014), existen varias técnicas que permiten estructurar las actividades de vigilancia tecnológica en un ambiente organizacional, como la bibliometría y la cienciometría.

En el presente trabajo se realizó un ejercicio de cienciometría sobre el tema de la agricultura, dado que el empleo de esta técnica facilita el análisis de tendencias y permite organizar la información científica para extraer conocimiento orientado a la innovación con el fin de obtener conocimientos y evaluar desarrollos pertinentes para satisfacer la demanda de algunos nichos de mercado (Castellanos, Fúquene, & Ramírez, 2011).

Este ejercicio se desarrolló mediante una metodología de tres etapas principales (Castellanos, Jiménez, Sinitsyn, Montañez, & Sinitsyna, 2006), la cual consiste en un análisis de las fuentes de información en bases de datos de artículos científicos, seguida por la definición de las ecuaciones de búsqueda y descarga de información en el formato adecuado para su tratamiento. Finalmente, la preparación del corpus de información y el análisis de resultados a partir de los cuales se estructuran los mapas y gráficos que muestran las tendencias predominantes y la situación actual de los principales desarrollos científicos alrededor del concepto de agricultura.

Selección de fuentes de información

Se seleccionó la base de datos de información científica SCOPUS® ya que comprende la temática de interés de manera amplia y que permite tener acceso a varias bases de datos empleando la misma ecuación de búsqueda. El acceso a esta base se obtuvo a través de un convenio (*campus agreement*) con la Universidad Nacional de Colombia. Esta base de datos cuenta con una amplia cantidad de revistas científicas asociadas multidisciplinares, siendo la base con mayor número de revistas indexadas a la fecha (37,500 títulos – Información tomada directamente de la página web de

SCOPUS®, actualizada a octubre de 2018). El ejercicio de búsqueda se concentró en la ventana de observación correspondiente al periodo de enero de 2014 a octubre de 2018.

Ecuaciones de búsqueda

En la construcción de las ecuaciones para la búsqueda de información en la base de datos SCOPUS® se tuvieron en cuenta aspectos como la definición de los temas asociados al concepto de agricultura, y el término como tal. Las palabras clave fueron evaluadas mediante el denominado *test de adherencia*¹ y su asociación lógica (Tabla 1), proporcionando resultados relevantes en el campo de la agricultura. Con el *Test de adherencia* se descartaron otras palabras por ser poco empleadas en la literatura (no se muestran en la Tabla 1).

Tabla 1. Test de adherencia de términos para la búsqueda en bases de datos

Categoría	Término	SCOPUS	R%	Google Académico	R%
1	<i>Agriculture</i>	274.624	32,6%	4.610.000	24,9%
1	<i>Agricultural</i>	420.206	49,9%	5.120.000	27,7%
2	<i>Agrarian</i>	11.985	1,4%	837.000	4,5%
2	<i>Agronomy</i>	16.680	2,0%	978.000	5,3%
3	<i>Crop Science</i>	44.603	5,3%	3.080.000	16,7%
3	<i>Rural Development</i>	74.712	8,9%	3.860.000	20,9%
-	Total	842.810	100,0%	18.485.000	100,0%

Periodo de búsqueda: 2014 – 2018. R% = representatividad porcentual.

Teniendo en cuenta los temas descritos anteriormente, se generó una ecuación general para la búsqueda de artículos relacionados con agricultura de forma global y luego se agregó un filtro para el país Colombia, las cuales se muestran a continuación:

Ecuación de búsqueda 1:

(TITLE (agriculture) OR KEY (agriculture) OR TITLE (agricultural) OR KEY (agricultural) OR TITLE (agrarian) OR KEY (agrarian) OR TITLE (agronomy) OR KEY (agronomy) OR TITLE (crop AND science) OR KEY (crop AND science) OR TITLE (rural AND development) OR KEY (rural AND development)) AND DOCTYPE (ar OR re) AND PUBYEAR > 2013 AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI"))

¹ Según Ruthes y da Silva (2015), el *Test de adherencia* se emplea para verificar la importancia de las palabras clave usadas para la investigación y evaluar de forma cuantitativa la pertinencia de un término; el objetivo es eliminar las palabras clave no adherentes a un tema, es decir, que son poco representativas del área de investigación.

Ecuación de búsqueda 2:

```
( TITLE ( agriculture ) OR KEY ( agriculture ) OR TITLE ( agricultural ) OR KEY ( agricultural ) OR TITLE ( agrarian ) OR KEY ( agrarian ) OR TITLE ( agronomy ) OR KEY ( agronomy ) OR TITLE ( crop AND science ) OR KEY ( crop AND science ) OR TITLE ( rural AND development ) OR KEY ( rural AND development ) ) AND DOCTYPE ( ar OR re ) AND PUBYEAR > 2013 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) OR LIMIT-TO ( LANGUAGE , "Spanish" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "AGRI" ) ) AND ( LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Colombia" ) )
```

La primera ecuación permitió encontrar 34.910 registros relacionados con el concepto de agricultura en el nivel mundial, mientras que con la segunda ecuación se identificaron 310 documentos de origen colombiano (incluidos en los resultados de la búsqueda con la primera ecuación). Los registros fueron exportados en formato RIS (Research Information Systems - file format), para ser procesados con el uso del software bibliométrico VOSviewer®.

Preparación del corpus de información

Los primeros 2000 registros encontrados en SCOPUS® (número máximo de registros que esta base permite exportar en formato RIS), con la ecuación de búsqueda No. 1, fueron ordenados por relevancia de número de citas y exportados al software de minería de texto LEXOS®, desarrollado por el National Endowment For The Humanities (NEH) y el Wheaton College (Norton, MA), al igual que los 310 registros hallados con la segunda ecuación, para la limpieza de caracteres especiales y edición de mayúsculas y minúsculas. Para este proceso se incluyeron todos los campos de las categorías ‘Citation information’ y ‘Abstract & keywords’ en las configuraciones de exportación de documentos de SCOPUS®. Posteriormente, se exportaron los resultados de LEXOS® al software bibliométrico VOSviewer® en formato RIS, el cual además de realizar construcciones visuales de redes, permite una mejor organización de la información para su posterior manejo en gestores bibliográficos como MENDELEY®. Luego se realizaron tres procedimientos para simplificar el procesamiento de la información: eliminación de registros duplicados, filtrado o eliminación de registros que no se consideran relevantes, y sinonimización o unión de términos similares en un único término representativo (Castellanos *et al.*, 2006).

En el proceso de preparación del corpus de información se procedió a encontrar la relación entre las temáticas que se abordan en este ejercicio, empleando el análisis de clústeres por agrupamiento, así como identificación de tendencias a través del tiempo a partir de los resultados del software VOSviewer®.

Obtención de mapas de conocimiento

La construcción de los mapas de conocimiento en VOSviewer® se basó en los datos bibliográficos de SCOPUS®, empleando un tipo de análisis de co-ocurrencia con un método de conteo completo. El número mínimo de co-ocurrencias para el contexto mundial se estableció en 45, con una cantidad de palabras clave encontradas de 23.934, para un total de 155 términos relevantes (104 términos luego de ser filtrados). En cuanto al contexto nacional, el número mínimo de co-ocurrencias se estableció en 12, con una cantidad de palabras clave encontradas de 7.931, para un total de 137 términos relevantes (102 términos luego de ser filtrados); ambas salidas se filtraron por su significado, importancia en la búsqueda y agrupamiento de sinónimos. El proceso de definición de clústeres de temáticas y áreas tecnológicas se hizo a partir de la distribución espacial de los

resultados arrojados por VOSviewer, para lo cual se identificaron los resultados en el mapa bidimensional, se estimaron los límites de cada uno de los clústeres mediante colores dados por el software, y se trazaron 200 líneas rectas relacionales con una variación de tamaño de 0,5.

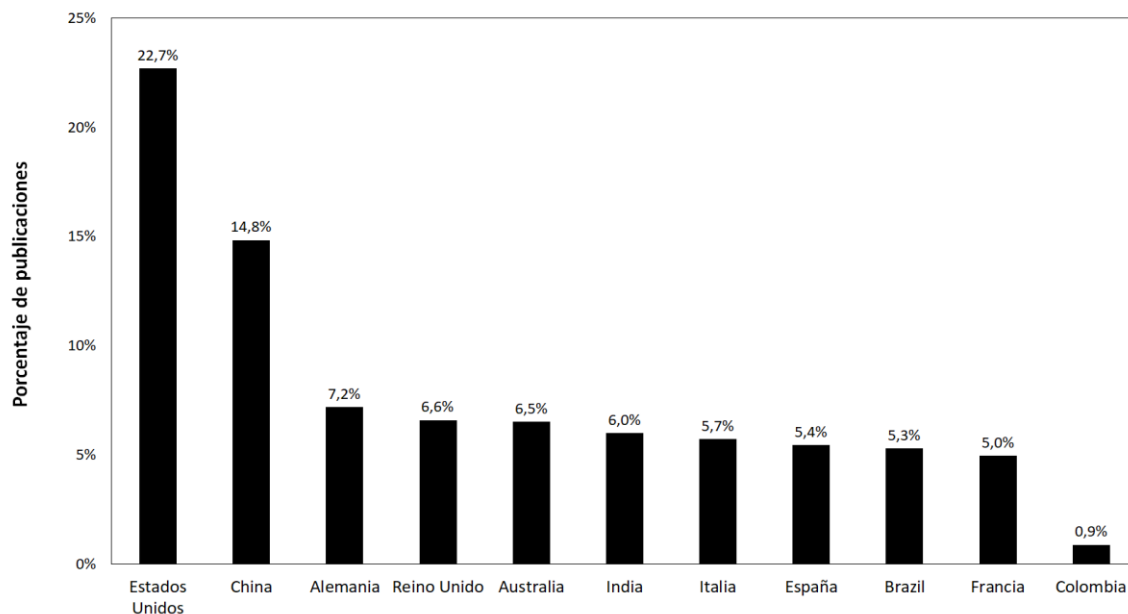
Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través del empleo de las dos ecuaciones de búsqueda descritas en la base de datos SCOPUS®. Se agrupan y analizan los resultados en dos ámbitos: el mundial que permite tener un panorama general de la temática estudiada, y los resultados a partir del corpus con los registros de origen colombiano, para caracterizar el panorama nacional sobre las tendencias en investigación en agricultura.

Panorama Global

Para este análisis se trabajó con un corpus de 34.910 registros. En la Figura 1 se muestra el origen de las publicaciones relacionadas con agricultura en la ventana de observación, en donde se aprecia que más de la tercera parte (37,5%) de las investigaciones en este tema han sido realizadas en Estados Unidos (22,7%) y China (14,8%), mientras que el aporte de Colombia es apenas de un 0,9%. Se destaca la presencia en este grupo de países emergentes como India y Brasil, en donde los avances de la investigación en agricultura son indispensables por la creciente necesidad de alimentación y seguridad alimentaria para su enorme cantidad de habitantes.

Figura 1. País de origen de las publicaciones sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.

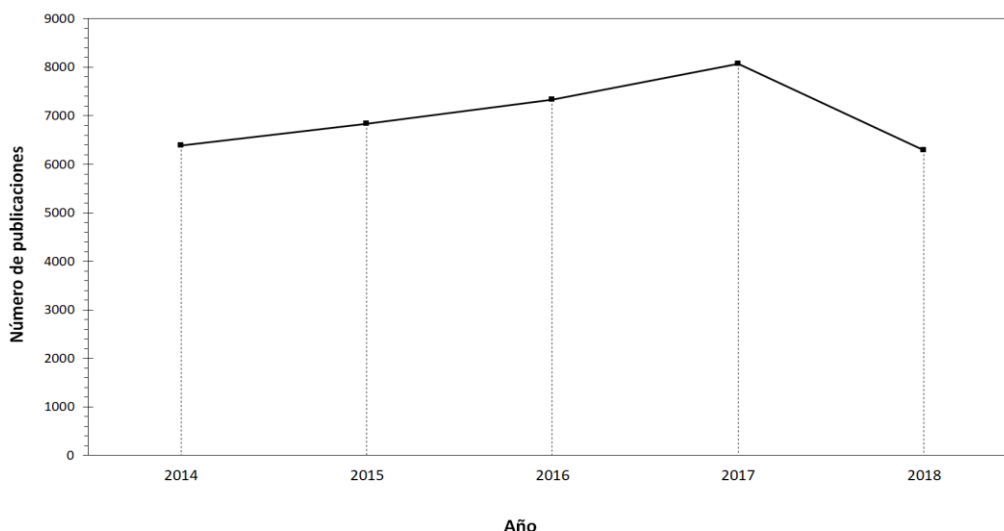


Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 2 presenta la tendencia de publicación en el tema de la agricultura en los últimos 5 años, donde se puede observar que es creciente, haciendo la aclaración de que, para el año 2018, solamente se incluyeron las publicaciones entre enero y octubre. Esta tendencia en aumento señala la importancia cada vez mayor del tema analizado y los esfuerzos de los investigadores por encontrar alternativas para hacer frente a los retos que la agricultura debe enfrentar, así como

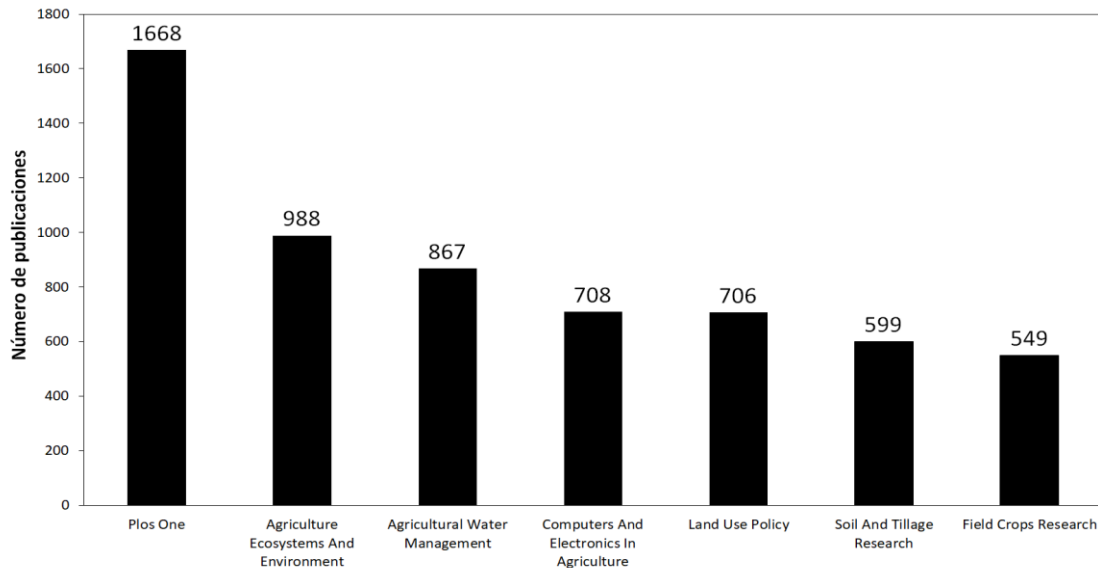
posibles soluciones a las problemáticas asociadas a la producción agrícola y al uso, manejo y cuidado de la biodiversidad.

Figura 2. Cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

Figura 3. Revistas con la mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.

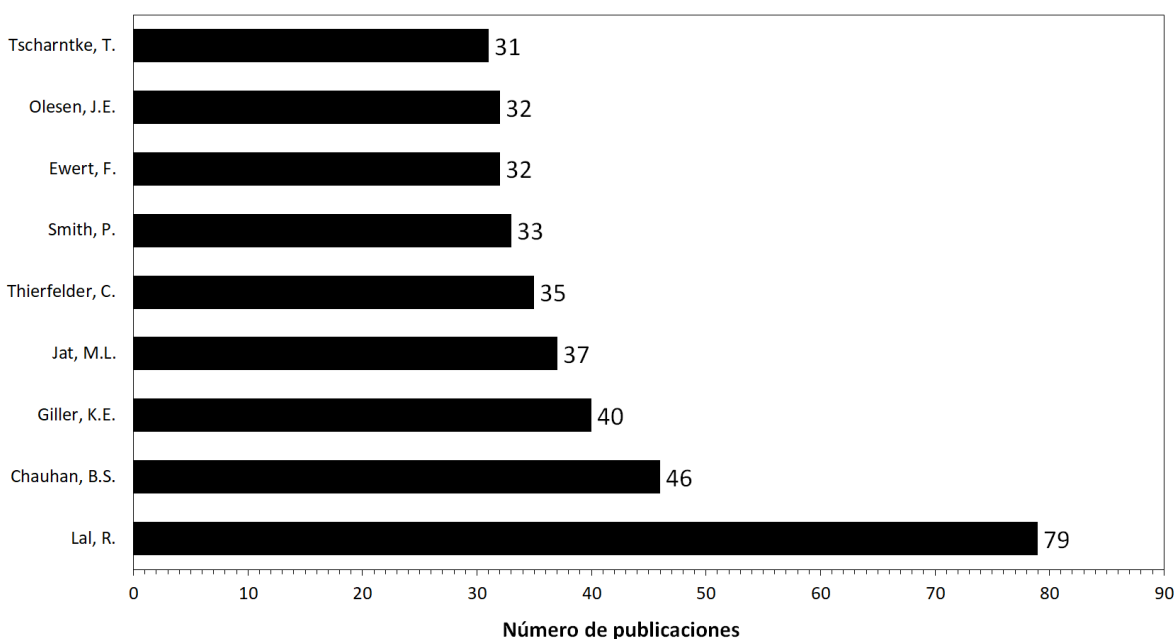


Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 3 muestra las revistas indexadas que contienen la mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura en los últimos cinco años. La revista *Plos one* es editada por *The Public Library of Science* y es una de las más grandes en volumen en el mundo, teniendo como temas centrales la ciencia y la medicina. El segundo lugar, y muy alejada de la primera, se encuentra la revista

Agriculture Ecosystems and Environmental que, como su nombre lo indica, tiene como temas centrales las interacciones en entornos naturales y agroecosistemas. Las siguientes revistas presentadas en la Figura 3 abordan la agricultura desde diferentes perspectivas: el manejo del agua en la agricultura (*Agricultural Water Management*), aplicaciones de hardware y software en la producción agraria (*Computers and Electronics in Agriculture*), planificación del uso del suelo urbano y rural, revisando temas como agricultura, geografía, silvicultura, riego, conservación del medio ambiente, entre otros (*Land use policy*), desarrollos en labranza del suelo para lograr un equilibrio sostenible entre productividad y calidad ambiental (*Soil and Tillage Research*) e investigación en temas de fitomejoramiento, fisiología de cultivos y su impacto en términos económicos (*Field Crops Research*).

Figura 4. Autores con mayor cantidad de publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.

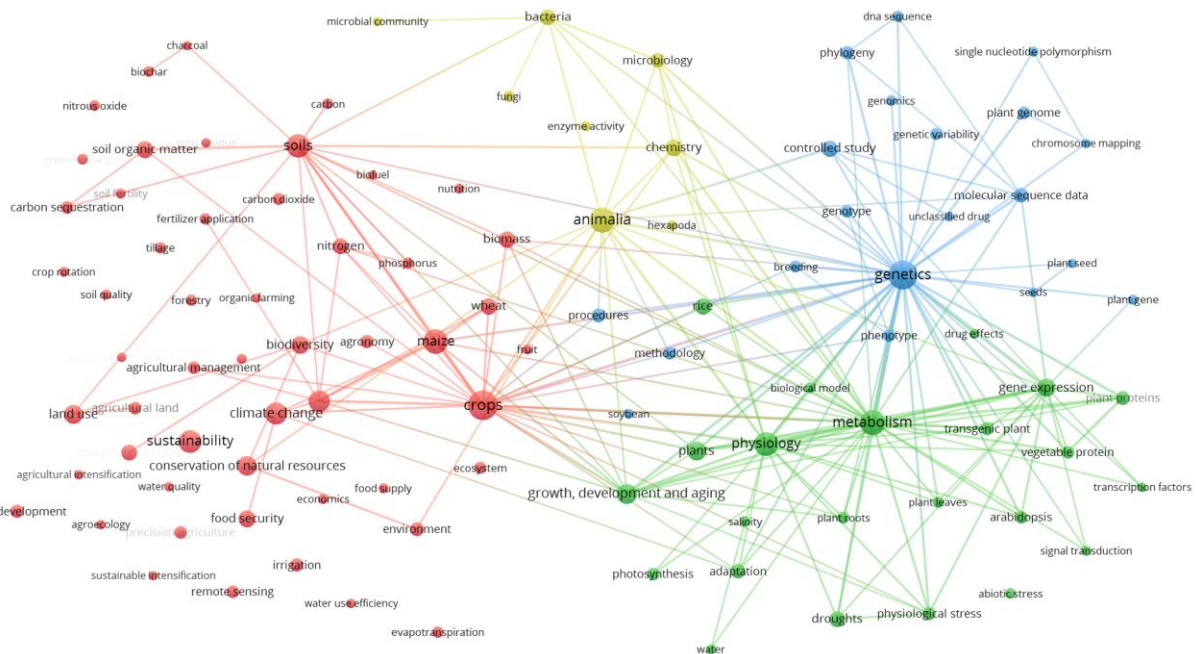


Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 4 condensa la información sobre los autores con mayor cantidad de publicaciones en temas de agricultura en la ventana de observación. Rattan Lal es profesor de la Universidad de Ohio, y se posiciona como el autor más prolífico con 79 publicaciones en este intervalo de tiempo, que se orientan al estudio del suelo y su composición química, y al cambio climático (Gelaw, Singh, & Lal, 2015; Kahlon, Lal, & Ann-Varughese, 2013; Lal, 2013; Lenka & Lal, 2013; Lorenz & Lal, 2014), con un promedio de 15,8 publicaciones por año. En segundo lugar está Bhagirath Singh Chauhan, investigador de la Universidad de Queensland con 46 publicaciones sobre agricultura en 5 años, específicamente en trabajos sobre el cultivo de arroz (Baghel et al., 2018; Jabran, Mahajan, Sardana, & Chauhan, 2015; Mahajan, Chauhan, & Gill, 2013; Mishra et al., 2015; Nascente, Crusciol, & Cobucci, 2013), dando así un promedio de 9,2 publicaciones por año; en tercer lugar se encuentra Ken E. Giller, investigador de la Universidad de Wageningen, con 40 publicaciones el periodo analizado relacionadas con degradación del suelo, fertilidad del suelo y agricultura de conservación (Bashagaluke, Logah, Opoku, Sarkodie-Addo, & Quansah, 2018; Baudron & Giller,

2014; Giller et al., 2015; Tittonell & Giller, 2013; Vanlauwe et al., 2014), y con un promedio de 8 publicaciones al año; en cuarto lugar está Mangi Lal Jat, investigador del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, con 37 publicaciones desde 2014 hasta la fecha, y un promedio de 7,4 publicaciones por año, orientadas principalmente a cereales como arroz, maíz y trigo (Gathala et al., 2013; M. L. Jat et al., 2013; R. K. Jat et al., 2014; Kumar et al., 2013; Powlson, Stirling, Thierfelder, White, & Jat, 2016). Se evidencia que los investigadores de instituciones en países desarrollados o apoyadas por gobiernos de estos países, han logrado una cantidad mayor de publicaciones sobre agricultura en revistas indexadas, frente a investigadores trabajando en otros contextos.

Figura 5. Mapa de relaciones temáticas en las publicaciones sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la Figura 5 se aprecian las temáticas más ampliamente estudiadas a nivel mundial en la ventana de observación. Se pueden diferenciar cuatro grandes clústeres los cuales se describirán de acuerdo con su aparición en la figura 5 de izquierda a derecha.

Clúster Cultivos, suelos y sustentabilidad: Rojo

El primero de los clústeres, representado en la Figura 5 con color rojo, aparece en el mapa en una posición central. Tiene temas de interés fundamental como cultivos en general, y cultivos específicos de gran importancia a nivel mundial como maíz y trigo (Ali & Rahut, 2018; Crespo-Herrera & Ortiz, 2015; Reynolds et al., 2018). Otra subtemática se refiere a la investigación en suelos, como materia orgánica del suelo, fertilidad del suelo, calidad del suelo, entre otros (Khan et al., 2013; Plaza-Bonilla, Nogué-Serra, Raffaillac, Cantero-Martínez, & Justes, 2018; Varshney et al., 2018). Finalmente se encuentra una sub-agrupación que abarca temas de sustentabilidad

como cambio climático, conservación de recursos naturales, biodiversidad, seguridad alimentaria, ambiente, y aspectos relacionados (Halinski, Dos Santos, Kaehler, & Blochtein, 2018; Klemm & McPherson, 2017; Li, Chang, Tian, & Zhang, 2018; Materechera, 2014; Rasmussen, Watkins, & Agrawal, 2017).

Clúster Animalia: Amarillo

Este clúster es el más pequeño del mapa, y abarca los temas relacionados con animales de importancia agronómica como la subespecie hexapoda (Kamthan, Chaudhuri, Kamthan, & Datta, 2015; Woodcock et al., 2013) e incluye investigaciones sobre microbiología, bacterias y hongos (Balmer, De Papajewski, Planchamp, Glauser, & Mauch-Mani, 2013; Campos et al., 2016; Gekenidis et al., 2018; Neher, Weicht, Bates, Leff, & Fierer, 2013).

Clúster Genética: Azul

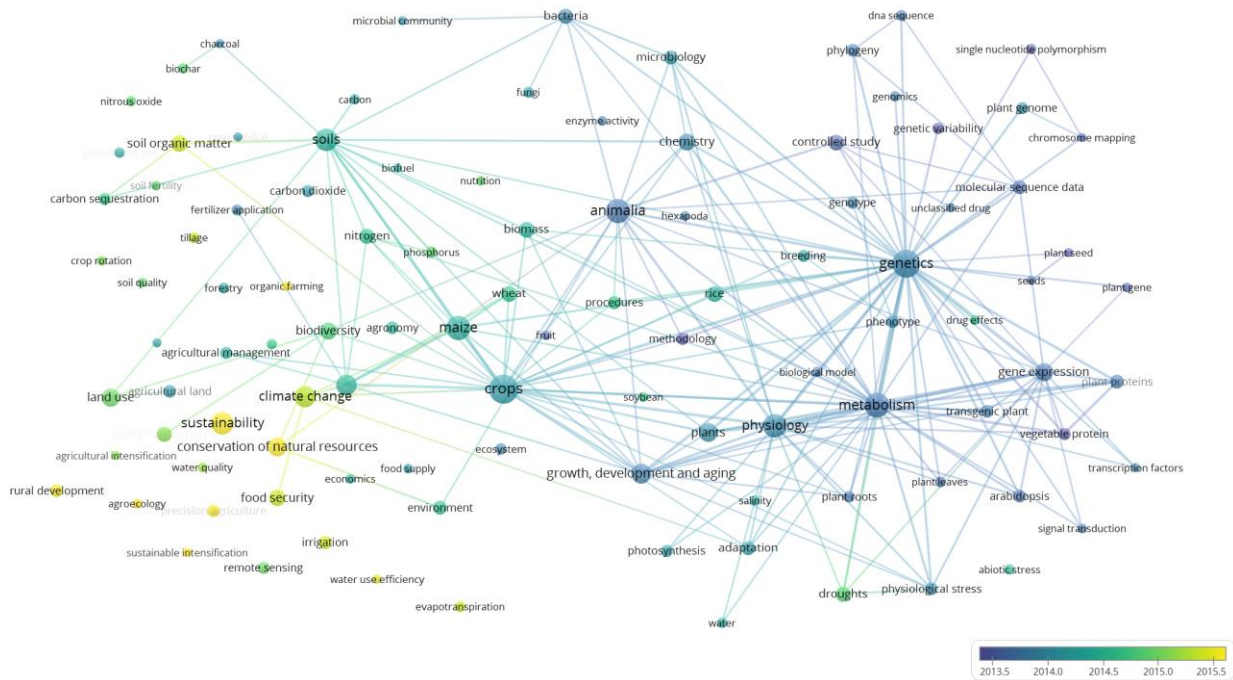
Esta agrupación está representada con color azul. Algunos de los temas que se encuentran se relacionan con conceptos como: semillas, genotipo, fenotipo, variabilidad genética, genómica y secuencia de ADN (Balmer, De Papajewski, Planchamp, Glauser, & Mauch-Mani, 2013; Campos et al., 2016; Gekenidis et al., 2018; Neher, Weicht, Bates, Leff, & Fierer, 2013).

Clúster Metabolismo y fisiología: Verde

Esta agrupación se divide en dos subtemáticas: la primera está compuesta por investigaciones relacionadas con el metabolismo, particularmente en plantas transgénicas, proteínas vegetales, arabidopsis, factores de transcripción y expresión genética (De Coninck, Timmermans, Vos, Cammue, & Kazan, 2015; Galili & Amir, 2013; Jiang et al., 2013).

La segunda subtemática en este clúster aborda aspectos relacionados con la fisiología como las hojas y raíces de las plantas, crecimiento, desarrollo y envejecimiento (Adem, Roy, Zhou, Bowman, & Shabala, 2014; Parry et al., 2013; Xiao & Tao, 2014).

Figura 6. Mapa de tendencias de las temáticas sobre agricultura a nivel mundial – enero 2014 a octubre 2018.



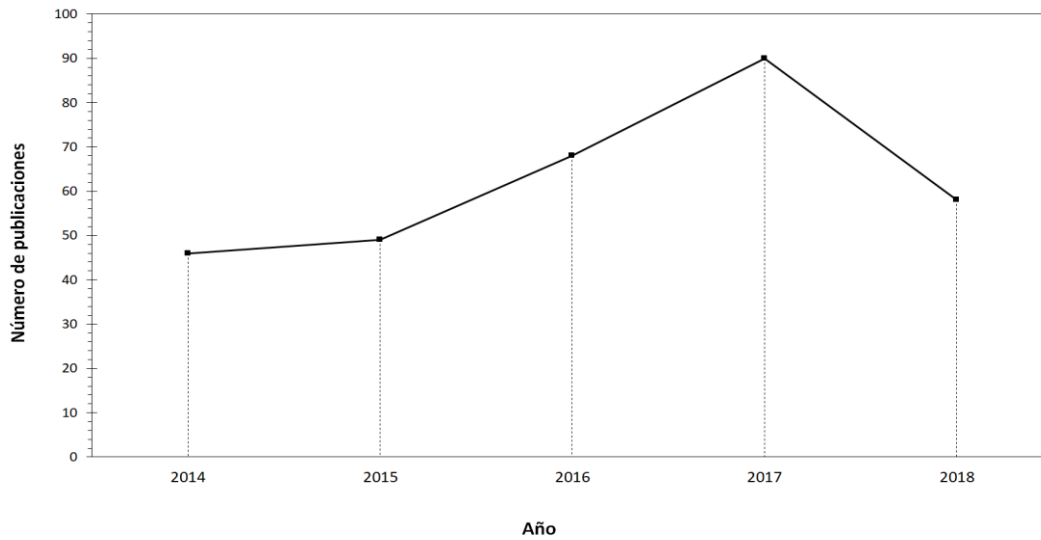
Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer. Fecha de búsqueda: 31/10/18

En la Figura 6 se observan las tendencias en investigación, pero a diferencia de la Figura 5, aquí se aprecian por colores según sean más antiguas (azul oscuro) o recientes (amarillo) en el periodo analizado. A partir de la clasificación descrita en la figura 5, se puede observar que los clústeres de genética, metabolismo y fisiología y animalia tuvieron un auge a mediados de 2013 y principios del 2014. Para mediados de 2014 los temas como cultivos y suelos fueron predominantes. Para el año 2015 y más recientes, los temas que han liderado la investigación relacionada con agricultura están los relacionados con la sustentabilidad: el cambio climático, la conservación de los recursos naturales, el uso eficiente del agua, el uso del suelo y la agroecología. Empero, esto no significa que el cambio climático sea un tópico emergente en la literatura internacional, solamente algunos subtemas asociados a este, ya que se tiene evidencia de que, desde hace varios años, su estudio abarca muchas perspectivas, incluida la agrícola (IDEAM & Observatorio de Ciencia y tecnología, 2016).

Panorama nacional

En los siguientes acápitse se presentan los resultados de la segunda ecuación de búsqueda, que corresponde a un filtro de los resultados de la ecuación inicial, considerando solamente las publicaciones procedentes de Colombia. Se trabajó con 310 registros en total.

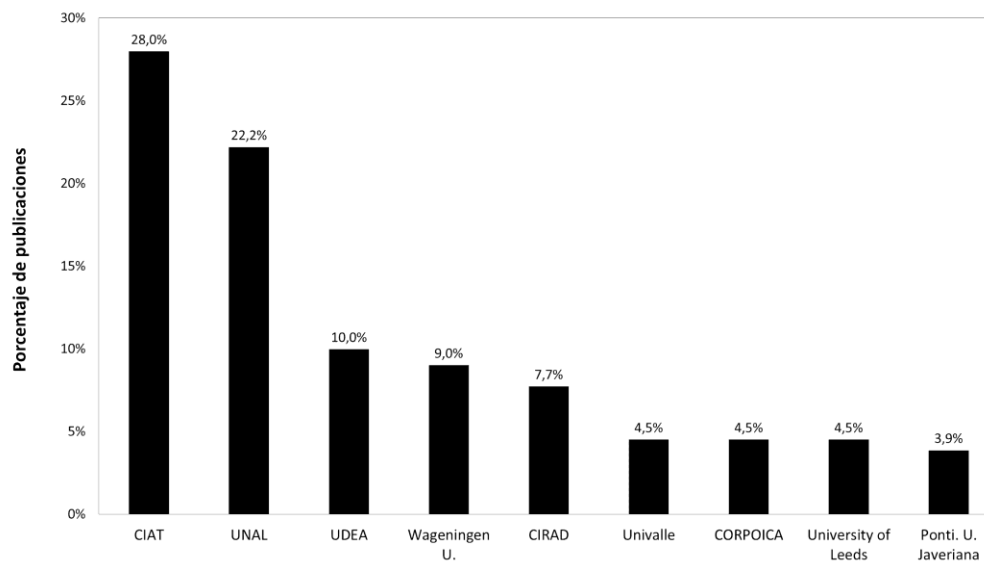
Figura 7. Cantidad de publicaciones sobre agricultura en Colombia – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La figura 7 muestra una tendencia de aumento en la cantidad de publicaciones relacionadas con agricultura en Colombia pasando en 2014 con 46 publicaciones, a 2017 con 90 publicaciones, que corresponde a un aumento de casi el 100%, esperando un comportamiento similar a diciembre de 2018. Esto permite señalar que, así como a nivel mundial el tema agrícola es fundamental para enfrentar los desafíos actuales, la investigación en Colombia que se publica en revistas indexadas refleja que el interés también es creciente en este contexto.

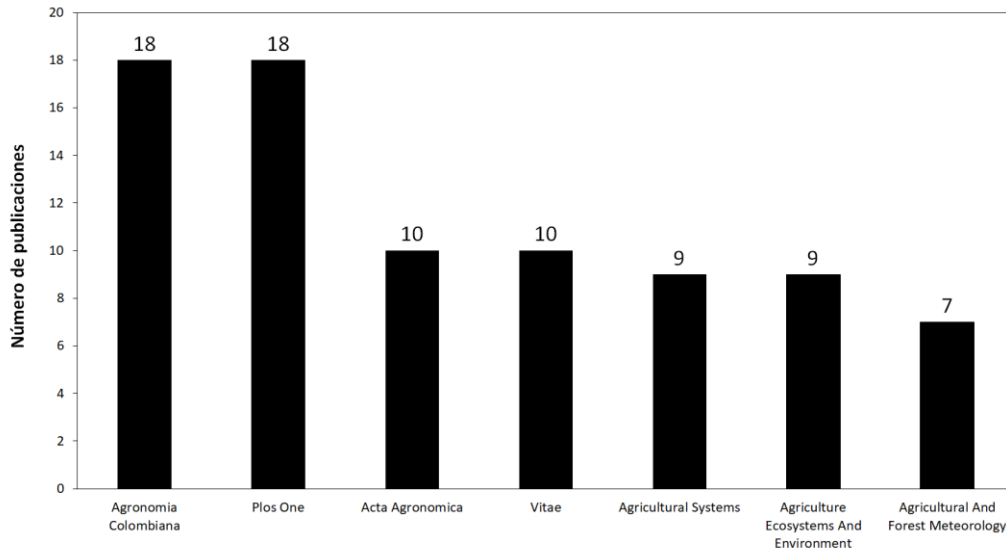
Figura 8. Cantidad de publicaciones sobre agricultura en Colombia por filiación institucional de los autores— enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la figura 8 se muestran las instituciones con mayor volumen de publicaciones sobre agricultura en Colombia, de acuerdo con la filiación institucional de los autores; al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) le corresponde el 28% de las publicaciones en revistas indexadas en el intervalo de tiempo contemplado, seguido por la Universidad Nacional de Colombia con un 22,2% de las publicaciones; en tercer lugar, con un 10% de las publicaciones, está la Universidad de Antioquia y luego la Universidad de Wageningen que, aunque es una institución europea, hace grandes aportes investigativos enfocados en la agricultura, con el 9% de las publicaciones. Igual ocurre con el Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo (CIRAD, por sus iniciales en francés), que tiene el 7.7% de las publicaciones analizadas. Se observa entonces, que la investigación colombiana en agricultura publicada en revistas indexadas ha sido financiada principalmente por organismos internacionales y con recursos del Estado a través de las universidades públicas.

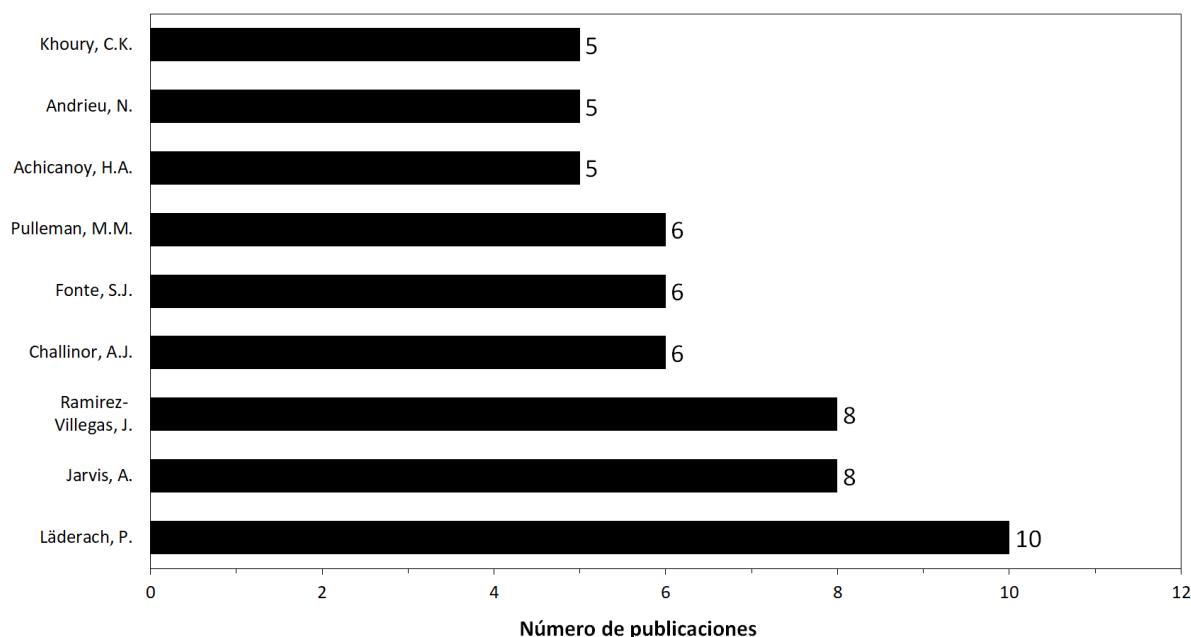
Figura 9. Revistas con la mayor cantidad de publicaciones en Colombia sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la Figura 9 se observan las revistas con la mayor cantidad de publicaciones colombianas sobre agricultura en los últimos 5 años, estando en primer lugar Agronomía Colombiana, revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, así como Plos One, que en el análisis del panorama global se destacó como la principal revista en la temática estudiada. En el panorama nacional, con 10 publicaciones cada una, también se encuentran la revista Acta Agronómica de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, y Vitae, de la Universidad de Antioquia. Lo anterior permite afirmar que las revistas indexadas de universidades públicas del país son los medios preferidos por los investigadores para divulgar los resultados de sus trabajos, así como las revistas internacionales de alto impacto en la temática analizada.

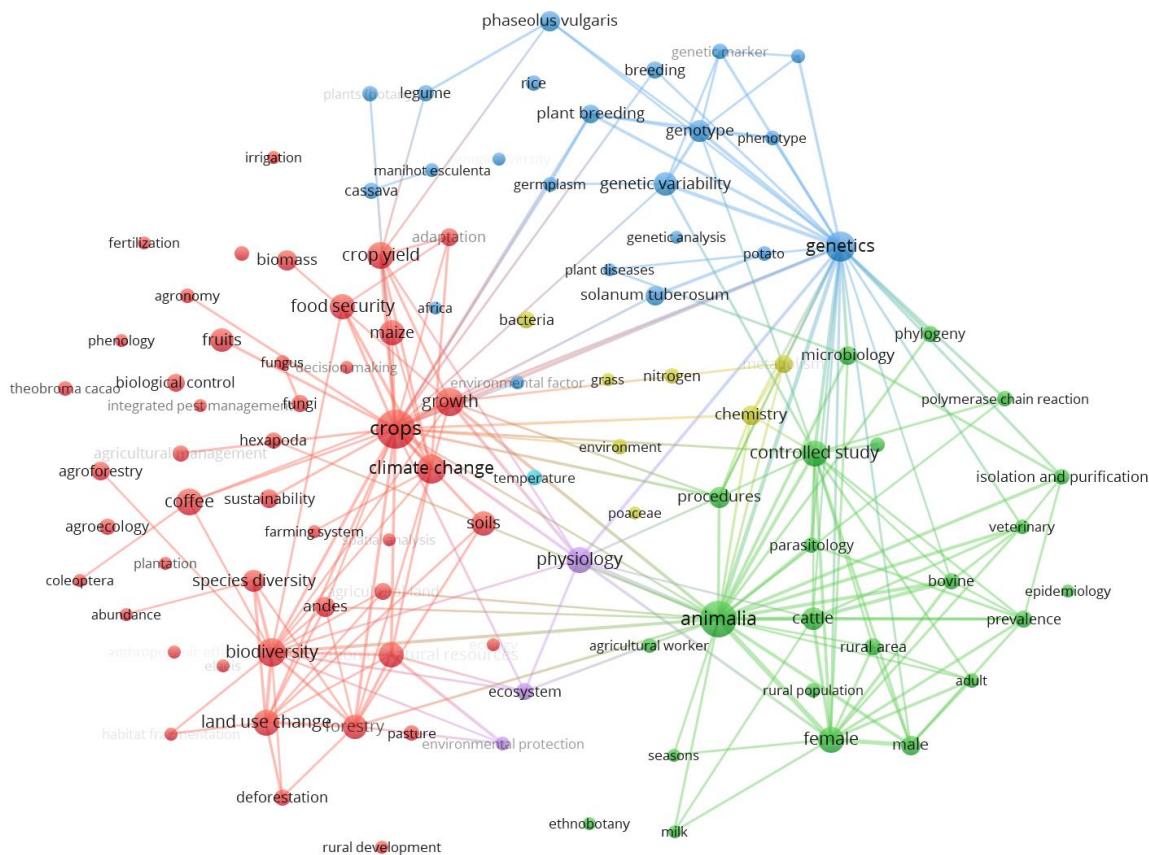
Figura 10. Autores con mayor cantidad de publicaciones en Colombia sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en Excel. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

En la figura 10 se exponen los principales autores relacionados con publicaciones colombianas en temas de agricultura en los últimos 5 años; el autor más prolífico es Peter Laderach, investigador del CIAT con 10 publicaciones en los últimos 5 años, relacionadas con cambio climático y con café (Avelino et al., 2015; Gourджи, Läderach, Valle, Martinez, & Lobell, 2015; Ramirez-Villegas, Jarvis, & Läderach, 2013; Shikuku et al., 2017); en segundo lugar está Andy Jarvis, también investigador del CIAT, con 8 publicaciones y con un promedio de 1,6 publicaciones por año que se asocian a temas como recursos genéticos, conservación y biodiversidad (Castañeda-Álvarez et al., 2016; Khoury et al., 2013; Poppy et al., 2014). En el tercer puesto se encuentra Julián Ramírez Villegas, quien también hace parte del del CIAT, seguido por Andy Challinor de la Universidad de Leeds del Reino Unido con 6 publicaciones, Steven Fonte, de la Universidad Estatal de Colorado (Estados Unidos), y Mirjam M. Pulleman, de la Universidad de Wageningen (Holanda), los tres con un promedio de 1,2 publicaciones por año. Se destaca el hecho de que ninguno de los autores líderes, por tener 6 o más publicaciones, pertenece a una organización colombiana. Además, se evidencia la gran diferencia en la cantidad de trabajos de estos autores en el periodo analizado, respecto a los autores líderes a nivel mundial.

Figura 11. Mapa de relaciones temáticas en las publicaciones colombianas sobre agricultura – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer. Fecha de búsqueda: 31/10/18.

La Figura 11 presenta el agrupamiento de las temáticas abordadas por los artículos colombianos analizados. En esta figura se pueden ver tres clústeres:

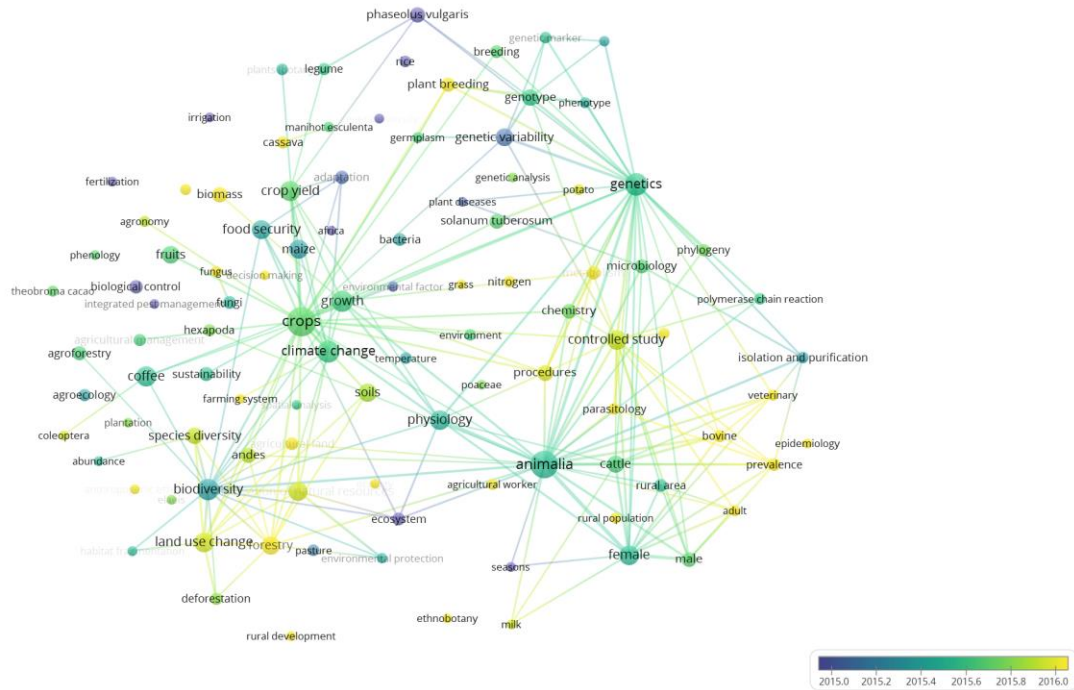
Clúster Rojo: abarca una gran variedad de temáticas, entre ellas, cultivos específicos como maíz y café, de gran interés para el país (Chará-Serna, Chará, Giraldo, Zúñiga, & Allan, 2015; Sanseverino et al., 2015). Toca temas sobre sostenibilidad como cambio climático, seguridad alimentaria, biodiversidad, cambio del uso del suelo y deforestación (Heubes et al., 2013; Van Wart et al., 2015).

Clúster Azul: agrupa términos enfocados en la genética, como fenotipo, genotipo, enfermedades de las plantas, variabilidad genética. Se destaca la inclusión de términos sobre estudios genéticos en papa (López, Gómez, & Rodríguez, 2014).

Clúster Verde: tiene términos más enfocados en la parte pecuaria que en la agrícola, como ganadería, bovinos, leche y veterinaria. Es destacable que también se nombran temas como población rural, área rural y agricultor, mostrando un interés de las investigaciones en el

componente social de la agricultura (Baca, Läderach, Hagggar, Schroth, & Ovalle, 2014; Bünemann et al., 2018; Liebig et al., 2016).

Figura 12. Mapa de tendencias de las temáticas sobre agricultura en Colombia – enero 2014 a octubre 2018.



Fuente: análisis a partir de la información disponible en la base de datos Scopus, procesada en VOSviewer. Fecha de búsqueda: 31/10/18

Considerando la escala de colores de la Figura 12, que señala las temáticas emergentes en color amarillo, se evidencia que particularmente los temas sobre el impacto humano (trabajadores agrícolas, etnobotánica, cambio en el uso del suelo), así como la silvicultura y la diversidad de especies, recientemente se comenzaron a nombrar en las investigaciones con mayor frecuencia, mientras que términos como cambio climático, sustentabilidad, agroecología y agroforestería tienen un crecimiento importante en los trabajos desde 2015 aproximadamente, y tópicos como el arroz y el control biológico tienen investigaciones desde el inicio del periodo analizado, es decir, 2014.

Tendencias de investigación en agricultura y su relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

La agricultura ha tenido un papel fundamental tanto en la definición como en el cumplimiento de los ODS, al ser prácticamente transversal en la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030, dado que sus actividades tienen relación con lo planteado por objetivos como el ODS 6 Agua limpia y saneamiento, el ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres, o el ODS 13 Acción por el clima, también con una estrecha relación con la alimentación y la nutrición (ODS 2), el fin de la pobreza (ODS 1), y el trabajo decente (ODS 8), entre otros (Acuña, 2018). De acuerdo con Cortés (2015), la agricultura debe ser parte de la solución al problema de la sostenibilidad.

Las tendencias identificadas en el panorama mundial permiten corroborar que la comunidad científica ha incluido dentro de sus prioridades de investigación, temáticas relativas a la sostenibilidad, como la conservación de recursos naturales y biodiversidad, la seguridad alimentaria y el cambio climático. La investigación en suelos y cultivos relevantes como el maíz, así como los desarrollos en genética relativos a semillas, también tienen un efecto evidente en aspectos como la alimentación y los ecosistemas, incluidos en la Agenda 2030.

Para el caso colombiano, considerando que fue uno de los países líderes en el impulso de la Agenda 2030 y ha sido pionero en definir acciones para su implementación (DNP, 2018), las tendencias de investigación en agricultura contribuyen a estas dinámicas, y se encuentran en consonancia con las temáticas de interés en el ámbito mundial, en lo relativo a sostenibilidad (cambio climático, seguridad alimentaria, biodiversidad, cambio del uso del suelo, deforestación) y estudios genéticos en cultivos como la papa, de gran importancia en la suficiencia alimentaria actual (Bonnert, 2019).

La relación con los ODS de la investigación vinculada a Colombia también puede evidenciarse en temas como la ganadería o la leche, dado su papel en la alimentación, pero también por los impactos negativos que conllevan las actividades pecuarias. Se destaca nuevamente la identificación del subtema relativo al componente social de la agricultura (agricultores, población rural, entre otros términos- Figura 11), que permite observar el interés de los investigadores en aspectos que hacen parte de la Agenda 2030, como la reducción de la pobreza, el bienestar y las condiciones dignas de trabajo.

Conclusiones

El ejercicio cuantitativo realizado permitió identificar las tendencias de investigación en agricultura en años recientes, tanto en el contexto global como en Colombia, partiendo de información procedente de revistas indexadas en la base SCOPUS. En este sentido, es importante señalar que es posible que no se hayan tenido en cuenta investigaciones publicadas en otros medios con menor visibilidad o que no están incluidos en la fuente de información aquí utilizada.

Los resultados muestran una relación parcial entre las tendencias de investigación nacional y la investigación mundial, destacándose la baja participación de Colombia en el contexto investigativo y científico a nivel mundial. Así mismo, es posible evidenciar la concordancia en el crecimiento de las publicaciones sobre agricultura a nivel mundial y a nivel nacional, que demuestra un aumento en el interés por investigar en estos temas.

Con relación a los objetivos de desarrollo sostenible, la agricultura tiene un papel fundamental para el logro de las metas fijadas a 2030. En el análisis realizado, se evidencia que la investigación en agricultura ha tomado como base la búsqueda de aportes al cumplimiento de estas metas, en temas destacados como cambio climático, conservación de recursos naturales, biodiversidad y seguridad alimentaria, entre otros aspectos asociados con los ODS.

En el contexto colombiano, se encontró que las áreas principales de investigación también apuntan a temas clave en la Agenda de Desarrollo Sostenible, ya que son similares a las identificadas a nivel mundial, pero con énfasis en temas de interés local como los cultivos de café, uno de los productos insignia del país, y en papa, de importancia fundamental en la alimentación. Así mismo, los asuntos sociales en el sector rural son cada vez más relevantes en la investigación en agricultura y tienen incidencia directa en el cumplimiento de los ODS.

Referencias

- Acuña, D. (2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible y el sector agrícola chileno*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. Chile.
- Adem, G. D., Roy, S. J., Zhou, M., Bowman, J. P., & Shabala, S. (2014). Evaluating contribution of ionic, osmotic and oxidative stress components towards salinity tolerance in barley. *BMC Plant Biology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899965457&doi=10.1186%2F1471-2229-14-113&partnerID=40&md5=5dc48f3c1ab491716c4b7f2250e0417a>
- Ali, A., & Rahut, D. B. (2018). Farmers willingness to grow GM food and cash crops: empirical evidence from Pakistan. *GM Crops and Food*, 9(4), 199-210. <https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1544831>
- Allard, M. W., Luo, Y., Strain, E., Pettengill, J., Timme, R., Wang, C., ... Brown, E. W. (2013). On the Evolutionary History, Population Genetics and Diversity among Isolates of Salmonella Enteritidis PFGE Pattern JEGX01.0004. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873486628&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0055254&partnerID=40&md5=b10fe50047074e598de9a02c37ca72f2>
- Anderson, K. E., Sheehan, T. H., Mott, B. M., Maes, P., Snyder, L., Schwan, M. R., ... Corby-Harris, V. (2013). Microbial ecology of the hive and pollination landscape: Bacterial associates from floral nectar, the alimentary tract and stored food of honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84891372560&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0083125&partnerID=40&md5=9d78729b93ccef6013898c744301a1dd>
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., ... Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84939941176&doi=10.1007%2Fs12571-015-0446-9&partnerID=40&md5=c7be69bad5b4c8bfe8349efdaa632ba3>
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in mesoamerica. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84896275057&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0088463&partnerID=40&md5=c0bf84b1851a99a50be6e6d819aee892>
- Baghel, J. K., Das, T. K., Rishi, R. A. J., Paul, S., Mukherjee, I., & Bisht, M. (2018). Effect of conservation agriculture and weed management on weeds, soil microbial activity and wheat (*Triticum aestivum*) productivity under a rice (*Oryza sativa*)-wheat cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88(11), 1709-1716. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85056785758&partnerID=40&md5=c3494ebf57ca0e589c0a4ca10e7e1c54>
- Balmer, D., De Papajewski, D. V., Planchamp, C., Glauser, G., & Mauch-Mani, B. (2013). Induced resistance in maize is based on organ-specific defence responses. *Plant Journal*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876297367&doi=10.1111%2Ftpj.12114&partnerID=40&md5=d19ffc30883dc813a5315305bcb0d414>
- Bashagaluke, J. B., Logah, V., Opoku, A., Sarkodie-Addo, J., & Quansah, C. (2018). Soil nutrient loss through erosion: Impact of different cropping systems and soil amendments in Ghana. *PLoS ONE*, 13(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208250>
- Baudron, F., & Giller, K. E. (2014). Agriculture and nature: Trouble and strife? *Biological Conservation*, 170, 232-245. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.009>
- Bonnett, D. (2019). “Resurgencia” y recolonización de la papa. Del mundo andino al escenario alimentario mundial, siglos XVI- XX. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*. 46(1). p. 27-57. doi: 10.15446/achsc.v46n1.75552
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., ... Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041833715&doi=10.1016%2Fj.soilbio.2018.01.030&partnerID=40&md5=0da6b9c2a22bec95ecafb9499cdc5c92>
- Campos, S. B., Lisboa, B. B., Camargo, F. A. O., Bayer, C., Sczyrba, A., Dirksen, P., ... Wendisch, V. F. (2016). Soil suppressiveness and its relations with the microbial community in a Brazilian subtropical agroecosystem under different management systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 96, 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.02.010>

- Castañeda-Álvarez, N. P., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Bernau, V., Dempewolf, H., Eastwood, R. J., ... Toll, J. (2016). Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84973404983&doi=10.1038%2FNPLANTS.2016.22&partnerID=40&md5=873daa54fa95b2d1c658b0fd1c33c4d5>
- Castellanos, O., Fúquene, A., & Ramírez, D. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O., Jiménez, C. N., Sinitsyn, A., Montañez, V. M., & Sinitsyna, O. (2006). Análisis del desarrollo tecnológico en la aplicación de enzimas en la industria textil. *Ingeniería y competitividad*, 8(1), 37–46. <http://doi.org/10.25100/iyv.v8i1.2511>
- Chará-Serna, A. M., Chará, J., Giraldo, L. P., Zúñiga, M. D. C., & Allan, J. D. (2015). Understanding the impacts of agriculture on Andean stream ecosystems of Colombia: A causal analysis using aquatic macroinvertebrates as indicators of biological integrity. *Freshwater Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84953742716&doi=10.1086%2F681094&partnerID=40&md5=5b2e0f7da8260b7b4e02a232ba13a19c>
- Cortés, F. (2015). *La agricultura y los ODS*. Diario El País. Madrid, España. Recuperado de: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/11/19/empresas/1447963422_115634.html
- Crespo-Herrera, L. A., & Ortiz, R. (2015). Plant breeding for organic agriculture: Something new? *Agriculture and Food Security*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40066-015-0045-1>
- De Coninck, B., Timmermans, P., Vos, C., Cammue, B. P. A., & Kazan, K. (2015). What lies beneath: Belowground defense strategies in plants. *Trends in Plant Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922721302&doi=10.1016%2Fj.tplants.2014.09.007&partnerID=40&md5=88c5a8ecce9a3493e363334355100966>
- Díaz-Bonilla, E., Saini, E., Henry, G., Creamer, B., & Trigo, E. (2014). *Tendencias Estratégicas Mundiales e Investigación y Desarrollo Agrícola en América Latina y el Caribe: Un Marco para Análisis*. (E. Díaz-Bonilla, E. Saini, H. Guy, B. Creamer, & E. Trigo, Eds.) (CIAT No. 4). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Recuperado a partir de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/TENDENCIAS ESTRATEGICAS MUNDIALES E ID AGRICOLA EN ALC_lowres.pdf
- DNP (2018). *Las 16 grandes apuestas de Colombia para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Portal web Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Las-16-grandes-apuestas-de-Colombia-para-cumplir-los-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible.aspx>
- FAO. (2019). Un llamado a la Transformación: Agricultura Sostenible y resiliente para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado 31 de agosto de 2019, a partir de <http://www.fao.org/americas/eventos/ver/es/c/1187090/>
- Fekih, R., Takagi, H., Tamiru, M., Abe, A., Natsume, S., Yaegashi, H., ... Terauchi, R. (2013). MutMap+: Genetic Mapping and Mutant Identification without Crossing in Rice. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879999401&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0068529&partnerID=40&md5=d88396abfa0c5286a3ec585f02828e2c>
- Galili, G., & Amir, R. (2013). Fortifying plants with the essential amino acids lysine and methionine to improve nutritional quality. *Plant Biotechnology Journal*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873202247&doi=10.1111%2Fpbi.12025&partnerID=40&md5=61ad44c02069b065f59c1f881c38979d>
- Gathala, M. K., Kumar, V., Sharma, P. C., Saharawat, Y. S., Jat, H. S., Singh, M., ... Ladha, J. K. (2013). Reprint of «Optimizing intensive cereal-based cropping systems addressing current and future drivers of agricultural change in the Northwestern Indo-Gangetic Plains of India». *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.011>
- Gekenidis, M.-T., Qi, W., Hummerjohann, J., Zbinden, R., Walsh, F., & Drissner, D. (2018). Antibiotic-resistant indicator bacteria in irrigation water: High prevalence of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli*. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207857>
- Gelaw, A. M., Singh, B. R., & Lal, R. (2015). Organic Carbon and Nitrogen Associated with Soil Aggregates and Particle Sizes Under Different Land Uses in Tigray, Northern Ethiopia. *Land Degradation and Development*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924278811&doi=10.1002%2Fldr.2261&partnerID=40&md5=2ea63d5cc2c30f661858515790219de1>

- Giller, K. E., Andersson, J. A., Corbeels, M., Kirkegaard, J., Mortensen, D., Erenstein, O., & Vanlauwe, B. (2015). Beyond conservation agriculture. *Frontiers in Plant Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84947417164&doi=10.3389%2Ffpls.2015.00870&partnerID=40&md5=86f0e5fd0ea85c6aa6ce2c55e8b69c6e>
- Gourdji, S., Läderach, P., Valle, A. M., Martínez, C. Z., & Lobell, D. B. (2015). Historical climate trends, deforestation, and maize and bean yields in Nicaragua. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84912083610&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2014.10.002&partnerID=40&md5=87136fd7c6e458e01deb669a405b4bb5>
- Halinski, R., Dos Santos, C. F., Kaehler, T. G., & Blochtein, B. (2018). Influence of wild bee diversity on canola crop yields. *Sociobiology*, 65(4), 751-759. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3467>
- Heubes, J., Schmidt, M., Stuch, B., García Márquez, J. R., Wittig, R., Zizka, G., ... Hahn, K. (2013). The projected impact of climate and land use change on plant diversity: An example from West Africa. *Journal of Arid Environments*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878126998&doi=10.1016%2Fj.jaridenv.2013.04.008&partnerID=40&md5=bb4c7558005c60cbe4a0eae6aa038e6a>
- IDEAM, & Observatorio de Ciencia y tecnología. (2016). *Cienciometría del cambio climático en Colombia*. Bogotá.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84924566033&doi=10.1016%2Fj.cropro.2015.03.004&partnerID=40&md5=68e0bc75e9561c731a7727cfcea33496>
- Jat, M. L., Gathala, M. K., Saharawat, Y. S., Tatarwal, J. P., Gupta, R., & Yadvinder-Singh. (2013). Double no-till and permanent raised beds in maize-wheat rotation of north-western Indo-Gangetic plains of India: Effects on crop yields, water productivity, profitability and soil physical properties. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879541785&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.04.024&partnerID=40&md5=241fc1408a386d0f27e77921b6339094>
- Jat, R. K., Sapkota, T. B., Singh, R. G., Jat, M. L., Kumar, M., & Gupta, R. K. (2014). Seven years of conservation agriculture in a rice-wheat rotation of Eastern Gangetic Plains of South Asia: Yield trends and economic profitability. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84903585208&doi=10.1016%2Fj.fcr.2014.04.015&partnerID=40&md5=6f265796275a98e5315c5a78c50a82c4>
- Jiang, W.-B., Huang, H.-Y., Hu, Y.-W., Zhu, S.-W., Wang, Z.-Y., & Lin, W.-H. (2013). Brassinosteroid regulates seed size and shape in Arabidopsis. *Plant Physiology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881019749&doi=10.1104%2Fpp.113.217703&partnerID=40&md5=8bbc599c4c75d7929ab9e0d1c4027f3c>
- Kahlon, M. S., Lal, R., & Ann-Varughese, M. (2013). Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867770915&doi=10.1016%2Fj.still.2012.08.001&partnerID=40&md5=cd368c7577cf88d98b9d0aa1c591a4b9>
- Kamthan, A., Chaudhuri, A., Kamthan, M., & Datta, A. (2015). Small RNAs in plants: Recent development and application for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84928169088&doi=10.3389%2Ffpls.2015.00208&partnerID=40&md5=08ce76bb300925f9393bd49f0eec0246>
- Khan, K., Lu, Y., Khan, H., Ishtiaq, M., Khan, S., Waqas, M., ... Wang, T. (2013). Heavy metals in agricultural soils and crops and their health risks in Swat District, northern Pakistan. *Food and Chemical Toxicology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879297128&doi=10.1016%2Fj.fct.2013.05.014&partnerID=40&md5=234e1f29879b57e3a55a9c2683894aa3>
- Khoury, C. K., Greene, S., Wiersema, J., Maxted, N., Jarvis, A., & Struik, P. C. (2013). An inventory of crop wild relatives of the United States. *Crop Science*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878768675&doi=10.2135%2Fcropsci2012.10.0585&partnerID=40&md5=6a87462ee3220841fb42954cc21c1699>

- Klemm, T., & McPherson, R. A. (2017). The development of seasonal climate forecasting for agricultural producers. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 384-399. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.09.005>
- Kumar, V., Saharawat, Y. S., Gathala, M. K., Jat, A. S., Singh, S. K., Chaudhary, N., & Jat, M. L. (2013). Effect of different tillage and seeding methods on energy use efficiency and productivity of wheat in the Indo-Gangetic Plains. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84871862637&doi=10.1016%2Fj.fcr.2012.11.013&partnerID=40&md5=aace546d3e72a00f61e9bbe3a17434b5>
- Lal, R. (2013). Food security in a changing climate. *Ecohydrology and Hydrobiology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84882449073&doi=10.1016%2Fj.ecohyd.2013.03.006&partnerID=40&md5=b1da2a4a3adfb91b6c6abb6972c8bd8a>
- Lenka, N. K., & Lal, R. (2013). Soil aggregation and greenhouse gas flux after 15 years of wheat straw and fertilizer management in a no-till system. *Soil and Tillage Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84867835361&doi=10.1016%2Fj.still.2012.08.011&partnerID=40&md5=dbe47043eb52020766653d68c66fb42c>
- Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., & Zhang, Q. (2018). Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 121, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.02.024>
- Liebig, T., Jassogne, L., Rahn, E., Läderach, P., Poehling, H.-M., Kucel, P., ... Avelino, J. (2016). Towards a collaborative research: A case study on linking science to farmers' perceptions and knowledge on Arabica Coffee Pests and Diseases and Its Management. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84983734655&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0159392&partnerID=40&md5=51b4c882995058148b4d836ad01865ec>
- López, A., Gómez, M. I., & Rodríguez, L. E. (2014). Effect of edaphic and foliar applications of different doses of zinc on the yield of the Criolla Colombia cultivar. *Agronomía Colombiana*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84901017250&doi=10.15446%2Fagron.colomb.v32n1.38673&partnerID=40&md5=f836fb76191fe6eac6f54ff612314f71>
- Lorenz, K., & Lal, R. (2014). Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899110089&doi=10.1007%2Fs13593-014-0212-y&partnerID=40&md5=838e55eac12d6bfd57c62aee7ea3efa>
- Mahajan, G., Chauhan, B. S., & Gill, M. S. (2013). Dry-seeded rice culture in Punjab State of India: Lessons learned from farmers. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84874403219&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.01.008&partnerID=40&md5=2cb0b22c393d1a35b63327607c65bde>
- Marulanda, C. E., Hernández, A., & López, M. (2016). Vigilancia Tecnológica para Estudiantes Universitarios. El Caso de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. *Formación Universitaria*, 9(2), 17-27. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000200003>
- Mateos, F., & Rodríguez, S. (2014). *Tendencias en el Sector Agrícola*. (M. & C. CLarke, Ed.), *Informe de vigilancia tecnológica*. Madrid. Recuperado a partir de www.eoi.es
- Materechera, S. A. (2014). Influence of agricultural land use and management practices on selected soil properties of a semi-arid savanna environment in South Africa. *Journal of Arid Environments*, 102, 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.11.012>
- Mishra, A. K., Aggarwal, P., Bhattacharyya, R., Das, T. K., Sharma, A. R., & Singh, R. (2015). Least limiting water range for two conservation agriculture cropping systems in India. *Soil and Tillage Research*, 150, 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.01.003>
- Nascente, A. S., Crusciol, C. A. C., & Cobucci, T. (2013). The no-tillage system and cover crops-Alternatives to increase upland rice yields. *European Journal of Agronomy*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84871753047&doi=10.1016%2Fj.eja.2012.09.004&partnerID=40&md5=da5f66f1c89f934dd78b7cd730b303d0>
- Neher, D. A., Weicht, T. R., Bates, S. T., Leff, J. W., & Fierer, N. (2013). Changes in bacterial and fungal

- communities across compost recipes, preparation methods, and composting times. *PLoS ONE*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84894331132&doi=10.1371%2Fjournal.pone.0079512&partnerID=40&md5=cb20e04dd1f0406dc7be0118c9a39c>
- Ortiz, E. y Nagles, N. (2014). *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica*. Ediciones Universidad EAN. Bogotá. <https://doi.org/10.21158/9789587562552>
- Parry, M. A. J., Andralojc, P. J., Scales, J. C., Salvucci, M. E., Carmo-Silva, A. E., Alonso, H., & Whitney, S. M. (2013). Rubisco activity and regulation as targets for crop improvement. *Journal of Experimental Botany*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84875734663&doi=10.1093%2Fjxb%2Fers336&partnerID=40&md5=41936e3131f7a341dde0f35f25cc27e7>
- Plaza-Bonilla, D., Nogué-Serra, I., Raffailac, D., Cantero-Martínez, C., & Justes, É. (2018). Carbon footprint of cropping systems with grain legumes and cover crops: A case-study in SW France. *Agricultural Systems*, 167, 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.09.004>
- Poppy, G. M., Chiotha, S., Eigenbrod, F., Harvey, C. A., Honzák, M., Hudson, M. D., ... Dawson, T. P. (2014). Food security in a perfect storm: Using the ecosystem services framework to increase understanding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84894103415&doi=10.1098%2Frstb.2012.0288&partnerID=40&md5=b97aafc2846faa084391231f66148af2>
- Powlson, D. S., Stirling, C. M., Thierfelder, C., White, R. P., & Jat, M. L. (2016). Does conservation agriculture deliver climate change mitigation through soil carbon sequestration in tropical agro-ecosystems? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84955240975&doi=10.1016%2Fj.agee.2016.01.005&partnerID=40&md5=484cb012e6547a76bd80a258ce6cef a9>
- Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A., & Läderach, P. (2013). Empirical approaches for assessing impacts of climate change on agriculture: The EcoCrop model and a case study with grain sorghum. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84872918107&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2011.09.005&partnerID=40&md5=8e3e52c2391febce3b95812866bbe577>
- Rasmussen, L. V., Watkins, C., & Agrawal, A. (2017). Forest contributions to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes. *Forest Policy and Economics*, 84, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.04.010>
- Reynolds, M., Kropff, M., Crossa, J., Koo, J., Kruseman, G., Molero Milan, A., ... Vadez, V. (2018). Role of modelling in international crop research: Overview and some case studies. *Agronomy*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy8120291>
- Ruthes, S., & da Silva, C. (2015). O uso de estudos prospectivos na análise de políticas públicas: uma análise bibliométrica. En *XVI Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC 2015*. Porto Alegre, Brasil: Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica ALTEC.
- Sanseverino, W., Hénaff, E., Vives, C., Pinosio, S., Burgos-Paz, W., Morgante, M., ... Casacuberta, J. M. (2015). Transposon insertions, structural variations, and SNPs contribute to the evolution of the melon genome. *Molecular Biology and Evolution*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84943377646&doi=10.1093%2Fmolbev%2Fmsv152&partnerID=40&md5=a75753183450c12b67c69ed9d030a2c9>
- Shewry, P. R., Hawkesford, M. J., Piironen, V., Lampi, A.-M., Gebruers, K., Boros, D., ... Ward, J. L. (2013). Natural variation in grain composition of wheat and related cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883738688&doi=10.1021%2Fjf3054092&partnerID=40&md5=55adc06fabffad03c63b9ea79f2b2b8a>
- Shikuku, K. M., Valdivia, R. O., Paul, B. K., Mwangera, C., Winowiecki, L., Läderach, P., ... Silvestri, S. (2017). Prioritizing climate-smart livestock technologies in rural Tanzania: A minimum data approach. *Agricultural Systems*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85006489310&doi=10.1016%2Fj.agsy.2016.06.004&partnerID=40&md5=074070b12f697771eb04b603b656d9d1>
- Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84875530000&doi=10.1016%2Fj.fcr.2012.10.007&partnerID=40&md5=f19d9dd758165571e04a2561bc1098b0>

- Van Wart, J., Grassini, P., Yang, H., Claessens, L., Jarvis, A., & Cassman, K. G. (2015). Creating long-term weather data from thin air for crop simulation modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84961287966&doi=10.1016%2Fj.agrformet.2015.02.020&partnerID=40&md5=78eea31c95ce68f46eb23f7ff9684e50>
- Vanlauwe, B., Wendt, J., Giller, K. E., Corbeels, M., Gerard, B., & Nolte, C. (2014). A fourth principle is required to define Conservation Agriculture in sub-Saharan Africa: The appropriate use of fertilizer to enhance crop productivity. *Field Crops Research*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84888198563&doi=10.1016%2Fj.fcr.2013.10.002&partnerID=40&md5=767add1e23f42d1e7592dfef621ac6b8>
- Varshney, R. K., Thudi, M., Pandey, M. K., Tardieu, F., Ojiewo, C., Vadez, V., ... Bergvinson, D. (2018). Accelerating genetic gains in legumes for the development of prosperous smallholder agriculture: Integrating genomics, phenotyping, systems modelling and agronomy. *Journal of Experimental Botany*, 69(13), 3293-3312. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery088>
- Woodcock, B. A., Edwards, M., Redhead, J., Meek, W. R., Nuttall, P., Falk, S., ... Pywell, R. F. (2013). Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84876723477&doi=10.1016%2Fj.agee.2013.03.005&partnerID=40&md5=f187f26c54eb6086a5daf40bdd3104f1>
- Xiao, D., & Tao, F. (2014). Contributions of cultivars, management and climate change to winter wheat yield in the North China Plain in the past three decades. *European Journal of Agronomy*. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84888371696&doi=10.1016%2Fj.eja.2013.09.020&partnerID=40&md5=acdac355bf33dea6d672832cbf6b9785>