

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS  
Y BIOTECNOLGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
AGRONEGOCIOS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE BACHILLER DE INGENIERÍA EN  
AGRONEGOCIOS**

**TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LOS AGRONEGOCIOS**

**Autora: Meliza del Pilar Bustos Chavez**

**Asesor: Mg. Jonathan Alberto Campos Trigoso**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, que me han dado la existencia y en ella la capacidad de superación en cada paso de este camino arduo de la vida y porque su presencia y su persona han construido y forjado a la persona que ahora soy.

A mis maestros y amigos, por motivar mis sueños y ser parte del camino de enseñanza, permitiéndome dar mis primeros pasos profesionales y convirtiéndose en una base sólida de hábitos de trabajo con las cuales afrontar el futuro.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, verdaderamente fuente de amor y sabiduría. A mis padres, porque gracias a ellos sé que la responsabilidad y la disciplina se debe vivir como un compromiso de dedicación y esfuerzo para convertir sueños en realidad, teniendo la fortaleza de aceptar las derrotas y tener el coraje para derribar los miedos.

A mis hermanos, por el incondicional abrazo que me motiva y recuerda que dé tras de cada detalle existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas hacia el futuro.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui**

Rector

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón**

Vicerrector Académico

**Dra. Flor Teresa García Huamán**

Vicerrectora de Investigación

**M.Sc. Nilton Luis Murga Valderrama**

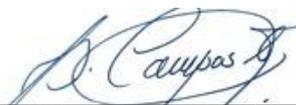
Decano - Facultad de Ingeniería  
Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología

**VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER**

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM, hace constar que ha asesorado la realización del Trabajo de Investigación titulado **“TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LOS AGRONEGOCIOS”** de la egresada **MELIZA DEL PILAR BUSTOS CHAVEZ** de la Facultad de **INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA** de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno al mencionado Trabajo de Investigación dándole pase para que sea sometido a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto y estar presente en la sustentación

Chachapoyas, 26 de agosto del 2021



---

Mg. Jonathan Alberto Campos Trigoso

**JURADO EVALUADOR**



---

M.Sc. Hugo Frías Torres

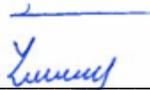
**PRESIDENTE**



---

M.Sc. Cesar Augusto Maraví Carmen

**SECRETARIO**



---

MscM. Yuri Reina Marín

**VOCAL**



ANEXO 1-L

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Investigación titulado:

TECNOLOGÍAS APLICADAS EN LOS AGRONEGOCIOS

presentado por el estudiante ( )/egresado (X) MELIZA DEL PILAR BUSTOS CHAVEZ

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA EN AGRONEGOCIOS

con correo electrónico institucional 7236606062@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido del citado Trabajo de Investigación, acordamos:

- a) El citado Trabajo de Investigación tiene 15% de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (✓) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
b) El citado Trabajo de Investigación tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Trabajo de Investigación para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Trabajo de Investigación corregido para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 15 de noviembre del 2021

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:



## INDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS</b>	<b>iii</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER</b>	<b>iv</b>
<b>JURADO EVALUADOR</b>	<b>v</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER</b>	<b>vi</b>
<b>ACTA DE EVALUACIÓN DEL TABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>ix</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>13</b>
2.1 Tecnologías Aplicadas en Agronegocios	13
2.2 Metodología	14
2.3 Resultados	15
2.3.1 Evolución de la producción científica en tecnologías aplicadas en los agronegocios	15
2.3.2 Producción de autores en el tiempo	17
2.3.3 Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios.	18
2.3.4 Análisis de co-ocurrencia de palabras claves	19
2.3.5 Producción científica de universidades en tecnologías aplicadas en los agronegocios	21
2.3.6 Árbol de autores, palabras claves y países	22
2.3.7 Dendograma de temas	24
<b>III. CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>29</b>

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> .Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios _____	18
<i>Tabla 2</i> . Análisis de co-ocurrencias de palabras claves _____	20
<i>Tabla 3</i> . Cluster N°1 _____	24
<i>Tabla 4</i> . Cluster N°2 _____	25
<i>Tabla 5</i> . Cluster N°3 _____	26
<i>Tabla 6</i> . Cluster N°4 _____	26
<i>Tabla 7</i> . Cluster N°5 _____	26

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Evolución de la producción científica en tecnologías aplicadas en los agronegocios	15
<b>Figura 2</b> Producción de autores en el tiempo _____	17
<b>Figura 3</b> Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios _____	18
<b>Figura 4</b> Análisis de co-ocurrencia de palabras claves _____	21
<b>Figura 5</b> Producción científica de universidades en tecnologías aplicadas en los agronegocios _____	22
<b>Figura 6</b> Árbol de autores, palabras claves y países _____	23
<b>Figura 7</b> Dendograma de palabras _____	27

## **RESUMEN**

La tecnología ha revolucionado a los agronegocios permitiendo aumentar el potencial productivo, disminuyendo el impacto ambiental y logrando mayor rentabilidad de la mano de la digitalización e innovación. Los sectores que requieren más tecnologías son la agricultura y la ganadería, donde los sensores, aplicaciones móviles, sistema de posicionamiento global (GPS), vehículos no tripulados, robótica, entre otros son los más usados. En este sentido, esta investigación permite identificar, analizar y visualizar las principales tecnologías aplicadas en los agronegocios a través del uso de técnicas y herramientas bibliométricas. Se realizó un análisis sistemático de todas las publicaciones relacionadas a las temáticas disponibles en la base de datos Scopus durante el periodo 2016 a 2020, se evaluó la productividad e impacto de los principales autores, centros de investigación, países líderes en investigación y principales líneas de tecnologías aplicadas. Se identificó como principales tecnologías aplicadas a los agronegocios a: sensores remotos, light detection and ranging (LIDAR), robótica, GPS, vehículos no tripulados, aplicaciones móviles, nanotecnología y automatización.

**Palabras Claves:** Tecnologías, Agronegocios, Precision Agriculture.

## **ABSTRACT**

Technology has revolutionized agribusiness, increasing production potential, reducing environmental impact and achieving greater profitability through digitalization and innovation. The sectors that require more technologies are agriculture and livestock, where sensors, mobile applications, global positioning system (GPS), unmanned vehicles, robotics, among others are the most used. In this sense, this research allows identifying, analyzing and visualizing the main technologies applied to agribusiness through the use of bibliometric techniques and tools. A systematic analysis of all publications related to the topics available in the Scopus database during the period 2016 to 2020 was carried out, the productivity and impact of the main authors, research centers, leading countries in research and main lines of applied technologies were evaluated. The main technologies applied to agribusiness were identified as: remote sensing, light detection and ranging (LIDAR), robotics, GPS, unmanned vehicles, mobile applications, nanotechnology and automation.

**Keywords:** Technologies, Agribusiness, Precision Agriculture.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Adaptar tecnologías mejora los procesos de la cadena agroalimentaria, convierte la gestión de recursos en un sistema inteligente y prospectivo, gestionando con precisión diferentes campos, cultivos y animales fortaleciendo su adaptabilidad al cambio climático, para alcanzar el máximo provecho, garantizando la seguridad alimentaria, rentabilidad y sostenibilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

La cuarta revolución industrial significó la aparición de tecnologías digitales convergentes, con importantes desarrollos en áreas como la robótica, la inteligencia artificial, la impresión 3D, el big data, el internet de las cosas, empezando a erosionar límites entre espacios físicos y virtuales generando beneficios económicos significativos, mejorando la productividad, y competitividad en los agronegocios (Calatayud & Katz, 2019) (Parraguez, 2017).

El objetivo de la cuarta revolución industrial incurre en la incorporación de tecnologías de la agricultura 4.0, implementada a lo largo de los eslabones de la cadena productiva, desde el suministro de insumos, la producción primaria, la agroindustria de transformación, la distribución y la comercialización de productos con valor agregado en los negocios agroalimentarios (Klerkx et al., 2019).

La agricultura 4.0 o agricultura inteligente, agricultura de precisión, agricultura digital, agricultura de decisión, agroindustria 4.0 y agronegocios 4.0, permite identificar y adquirir datos a través de sensores, máquinas, drones, aplicativos móviles y satélites que permiten monitorear en tiempo real, analizar el pasado, pronosticar el futuro, y tomar decisiones basadas en conocimiento (Weltzien, 2016) (Luque et al., 2017).

Por ejemplo, en la Unión Europea se utiliza tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la agricultura por medio del diseño, instalación y fabricación de sensores remotos, sistemas de información geográfica y de posicionamiento global, con bajo consumo de energía para optimizar el riego y determinar parámetros de mejora para la producción agrícola. En Reino Unido y

Nueva Zelanda el 60% de los agricultores hace uso del internet para la búsqueda de información y participación del comercio electrónico, en Estados Unidos el 43% de los agricultores trabaja conectado a la red (V. Tauro, 2017) (Global Innovation Index, 2020).

En el Perú, la agricultura aporta un 5,4% al Producto Bruto Interno, la aplicación de tecnologías en este sector aún se encuentra en crecimiento. Se ha iniciado a través de la extensión de la red de acceso internet en algunas áreas rurales, facilitando el uso y aplicación de sistemas de teledetección, monitoreo remoto, automatización y software de gestión agrícola (Redagrícola, 2017).

Con el objetivo de contribuir a la identificación de tecnologías aplicadas a los agronegocios este trabajo de investigación muestra el avance de los estudios realizados a través de un análisis bibliométrico de literatura científica publicada durante el último quinquenio en la base de datos Scopus, en el cuerpo de la investigación se detalla una breve contextualización de tecnologías aplicadas en los agronegocios, se describe el método de revisión sistemática, se presenta el análisis de los resultados y finalmente se definen conclusiones.

## **II. CUERPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 Tecnologías Aplicadas en Agronegocios**

Los agronegocios son un sistema de negocios integrado y enfocado al consumidor que comprende aspectos de producción primaria, procesamiento, transformación, almacenamiento, distribución y comercialización, considerando a la agricultura como un sistema de cadena de valor centrado en la satisfacción a la demanda y preferencias del consumidor mediante prácticas y procedimientos del sector agrícola y pecuario (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2010) (Cruz Júnior et al., 2011). Sin embargo, Lee (1976) también define que los agronegocios no solo es agricultura más negocios, si no que considera áreas como recursos naturales, agricultura natural, forestal o horticultura ornamental.

Los agronegocios involucran a agentes nacionales y transnacionales vinculados con la producción, distribución, comercialización y procesamiento de productos agropecuarios que utilizan tecnologías altamente dependientes de insumos

provenientes de la industria e impulsan una mayor eficiencia productiva convirtiéndolo en uno de los sectores más lucrativos. (Cáceres, 2015).

El fortalecimiento de los agronegocios a través de la incorporación de tecnologías hace parte de la denominada revolución verde; transformación agrícola basada en el aumento acelerado de la producción de alimentos y de tecnología (Méndez Rojas, 2017), con enfoque sostenible y alineada a una economía circular; modelo económico lineal de ciclo de desarrollo continuo positivo que aumenta el capital natural, optimiza el rendimiento de los recursos y minimiza riesgos, gestionando stocks finitos y flujos rentables (Valor Martínez et al., 2020) que fortalece al productor como agente clave del mercado agroalimentario y a la transformación de las empresas existentes con nuevas tecnologías digitales. (Flórez & Uribe, 2020)

## **2.2 Metodología**

Se desarrolló una investigación descriptiva, con enfoque bibliométrico, herramienta de ciencia de análisis cuantitativo y estadístico que evalúa el crecimiento, la madurez, principales autores, mapas conceptuales e intelectuales de publicaciones científicas (Aria & Cuccurullo, 2017). El diseño de la investigación abarca tres fases:

- Fase I – Selección de estudios primarios: A partir de los resultados obtenidos por (Trujillo et al., 2020), se estableció como fuente objeto de análisis a la revista Precision Agriculture, se definió una consulta en la base de datos Scopus a través del ISSN 1573-1618 con una ecuación estructural de búsqueda a partir de: Criterios de inclusión; artículos en idioma inglés, artículos publicados durante el periodo de 2016 a 2020; criterios de exclusión, estudios que no se basen en la aplicación de tecnologías en agronegocios y estudios duplicados. Teniendo como cadena de búsqueda:

*ISSN ( 1573-1618 ) AND ( LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2020 ) OR LIMIT-TO  
( PUBYEAR , 2019 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2018 ) OR LIMIT-TO  
( PUBYEAR , 2017 ) OR LIMIT-TO ( PUBYEAR , 2016 ) ) AND*

( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( PUBSTAGE , "final" ) )  
AND ( LIMIT-TO ( OA , "all" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )

- Fase II – Extracción y síntesis de información: Se realizó un estudio de información a través de una hoja de cálculo en Excel 2019, donde se analizó el objetivo de cada artículo científico, la tecnología aplicada y el año de publicación, encontrando un total de 69 artículos relacionados a la temática que se organizaron a través del gestor de referencias Mendeley Desktop v.1.19.4.
- Fase III – Procesamiento de la información: Para el análisis del *corpus* de información se descargaron los artículos seleccionados en un archivo exportable .BibTeX desde la base de datos Scopus, para la manipulación y análisis de su contenido se utilizó el software VOSviewer versión 1.6.16 y el paquete Bibliometrix del software estadístico R que permitieron evaluar los indicadores bibliométricos en las publicaciones, citas bibliográficas, distribución geográfica, fuente de información y autores.

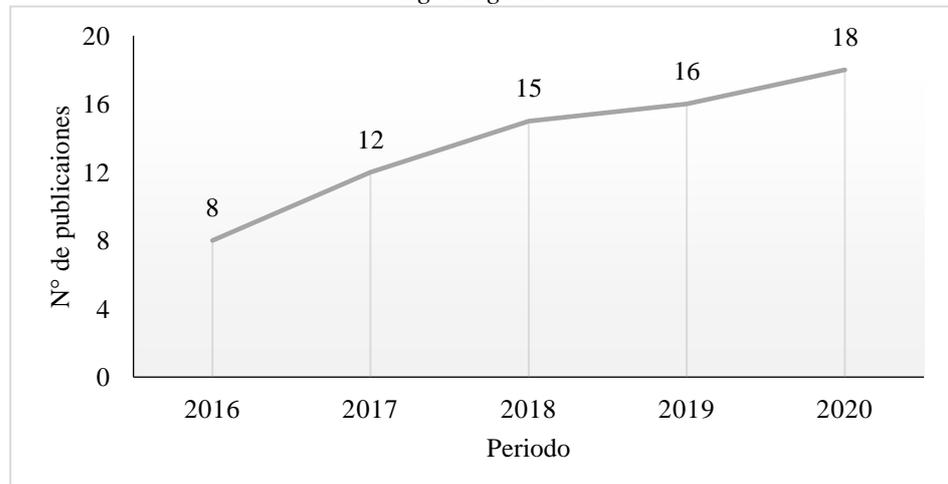
## 2.3 Resultados

Se presenta los resultados obtenidos a partir de la revisión sistemática de la bibliografía seleccionada.

### 2.3.1 Evolución de la producción científica en tecnologías aplicadas en los agronegocios

**Figura 1**

*Evolución de la producción científica en tecnologías aplicadas en los agronegocios*



La figura 1 presenta la evolución de la producción científica académica en la temática de tecnologías aplicadas en los agronegocios de la revista *Agriculture Precision* entre los años 2016 a 2020 de la base de datos Scopus, se aprecia un crecimiento sostenido observando ocho publicaciones realizadas en el año 2016, doce publicaciones en el año 2017, quince en el año 2018, dieciséis en el año 2019 y dieciocho en el año 2020.

En el año 2016 los estudios muestran el uso de tecnologías como: Imágenes multiespectrales de vehículos aéreos no tripulados (Severtson et al., 2016), sensores (Verdugo-Vásquez et al., 2016), espectromía de rayos gamma y escaneo laser en el aire (Söderström et al., 2016), orientados a la detección de plagas o enfermedades, deficiencia de nutrientes en el área de cultivo de productos como el arroz, el maíz, uvas y otros.

Al año 2017, se evidencia la evolución a sensores portátiles (Crusiol et al., 2017) y el paso a escáneres laser terrestres móviles (Arnó et al., 2017) en los sistemas productivos, el uso y montaje de brazos robóticos (Tejada et al., 2017), sistemas robóticos automáticos que no solo controlan plagas si no también detectan actividad y seguridad de los recursos humanos (Christiansen et al., 2017), se orientó la mejora de softwares en aplicaciones móviles a través de coordenadas GPS (Bueno-Delgado et al., 2017) y rangos de luz 2D – LiDAR (Escolà et al., 2017) en productos como el maíz, uvas, olivos, guisantes dulces y otros.

En el 2018 surgieron tecnologías de aspersión de precisión como: Aquacrop (González Perea et al., 2018) y tecnología VRI (Miller et al., 2018) que apoyan al uso sostenible de recursos hídricos en la producción, así como también surgen las cámaras térmicas (Massimo et al., 2018) para detección de plagas en productos forestales como el algodón y robots para control de malezas con cámaras HDR (Suh et al., 2018).

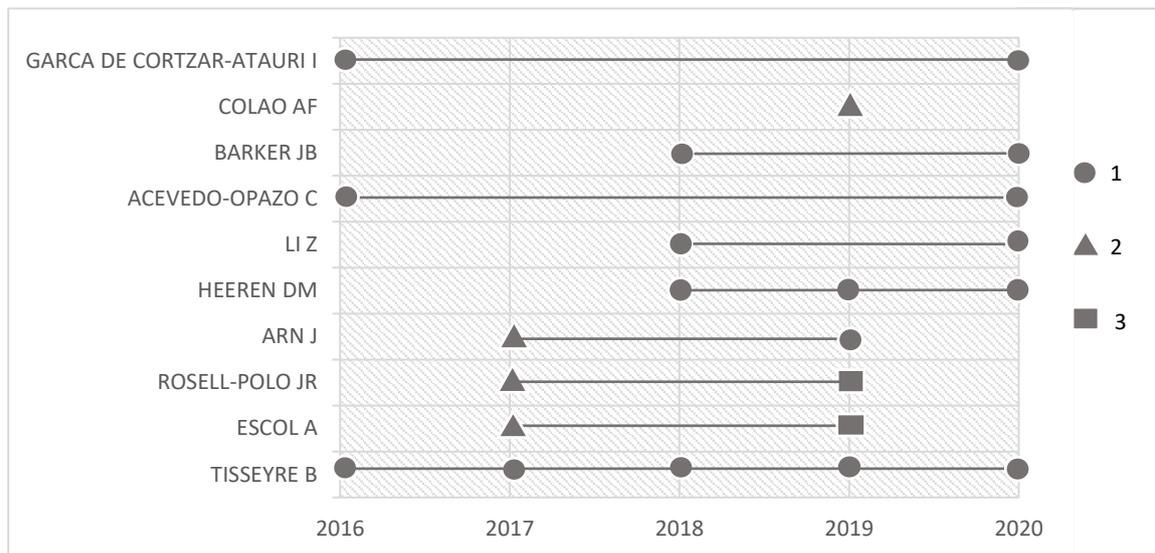
Y en los dos últimos años 2019 y 2020, usaron las imágenes de vehículos no tripulados (UAV) para mapeo de flores (Jurado-Expósito et al., 2019) así como sensores ópticos y sensores de reflectancia para medir el nivel de

nitrogeno en la clorofila de las hojas (Padilla et al., 2019). A través de datos y mapeos espaciales se midió la estabilidad a través del rendimiento en sistemas agrícolas mixtos (Croft et al., 2020), y para controlar la amenaza en animales de granja se emplearon imágenes de drones en alta resolución detectando plantas con flores tóxicas (Petrich et al., 2020).

### 2.3.2 Producción de autores en el tiempo

**Figura 2**

*Producción de autores en el tiempo*



En la figura 2 se observa la producción científica de los autores según el número de manuscritos publicados en los últimos cinco años, donde: Tisseyre B. publicó cinco investigaciones durante el periodo del año 2016 a 2020; empleó datos espaciales, sensores remotos, vehículos aéreos no tripulados e imágenes multiespectrales para estudios aplicados a la viticultura.

Seguido por Escol A. y Rosell-Polo Jr., con dos publicaciones realizadas en el año 2017 y tres publicaciones en el año 2019; midieron la viabilidad espacial en naranjos, realizaron un análisis comparativo para mejorar la calidad y el rendimiento a través de imágenes aéreas multiespectrales en huertos frutales y obtuvieron información dosel de productos frutícolas y hortícolas a través de aplicaciones de escáner láser.

Heren DM y Liz realizaron una publicación en los años: 2018, 2019 y 2020, evaluaron el control de riegos con tecnologías como VRI en zonas productivas y recopilaron datos mediante imágenes multiespectrales de sistemas aéreos no tripulados. Finalmente, Colao Af. publicó dos investigaciones en el año 2019 estudiando la variabilidad espacial de naranjos a través de sensores.

### 2.3.3 Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios.

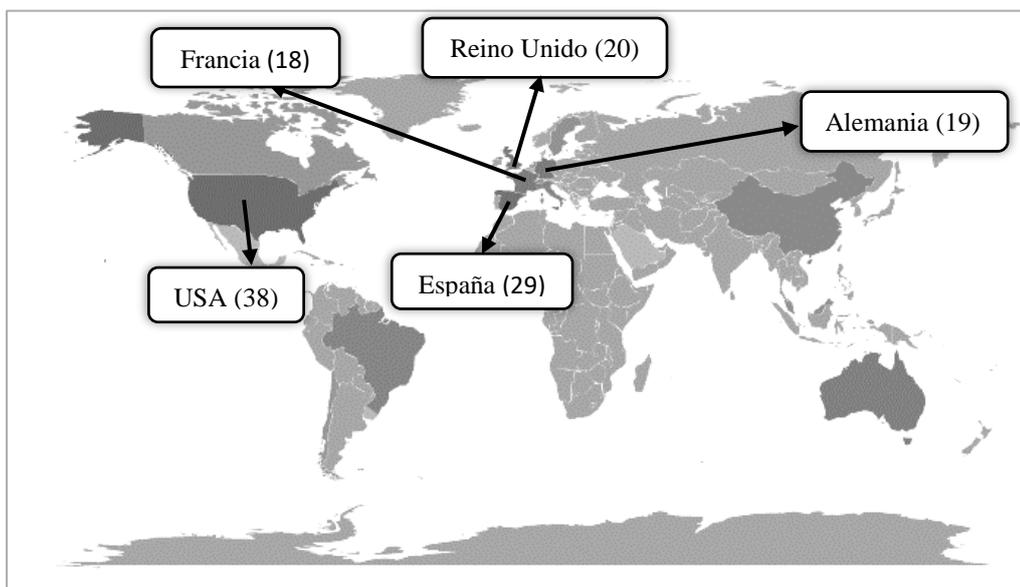
**Tabla 1**

*Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios*

País	Nº de publicaciones	Porcentaje
Estados Unidos	38	17.43%
España	29	13.30%
Reino Unido	20	9.17%
Alemania	19	8.72%
Francia	18	8.26%
Australia	15	6.88%
Brasil	11	5.05%
Italia	11	5.05%
China	10	4.59%
Malasia	6	2.75%
Otros países	41	18.81%
Total	218	100%

**Figura 3**

*Países líderes en investigación de tecnologías aplicadas en los agronegocios*



En la tabla 1 y figura 3 se observan los países líderes en investigación en el marco de tecnologías aplicadas en los agronegocios, destacando los Estados Unidos con 38 artículos publicados (17%), España con 29 publicaciones (13%), Reino Unido con 20 artículos publicados (9%), Alemania con 19 artículos publicados (8.7%) y Francia con 18 artículos publicados (8%).

#### **2.3.4 Análisis de co-ocurrencia de palabras claves**

Se analizó los valores co-ocurrencia entre los términos, identificando parejas de palabras claves y facilitando su agrupamiento que representan las líneas claves de investigación, se empleó el índice de similaridad “Fuerza de asociación” (FA) basado en la normalización de los valores de asociación de las parejas de palabras claves donde se obtuvo el peso correspondiente de cada una (Galvez, 2018). La red de palabras claves obtenidas se visualiza en el mapa de espacio bidimensional.

El análisis de co-ocurrencia de palabras claves da evidencia de las tecnologías más relevantes y convergencia con tecnologías específicas aplicadas a los agronegocios, permitió identificar tres clústeres de tópicos clave, que permiten ver la aplicabilidad de las tecnologías a actividades específicas en el sector agropecuario.

- El clúster de color verde se enfoca en la Agricultura de precisión, uso de las tecnologías agrícolas de variación espacial, sensores, instrumentos de calibración para la recopilación de datos y la práctica de gestión agrícola.
- El clúster azul se interrelacionan temáticas agropecuarias enfocadas en el uso de tecnologías para la producción de cultivos, manejo agrícola y rendimiento de los cultivos, a través de estudios experimentales.
- El clúster rojo comprende las tecnologías de análisis de sensores remotos, el uso de vehículos no tripulados para la evaluación de precisión con el uso del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), y aquellos métodos de estimulación que en su mayoría fueron aplicados al cultivo de vinos.

Las cinco palabras claves que tiene mayor valor de ocurrencia y fuerza de enlace fueron: Precision Agriculture con 32 y 126, seguida de Spatial Variation

con 32 y 70, Remote sensing con 14 y 65, NDVI con 13 y 57, y Crop yield con 11 y 55 respectivamente.

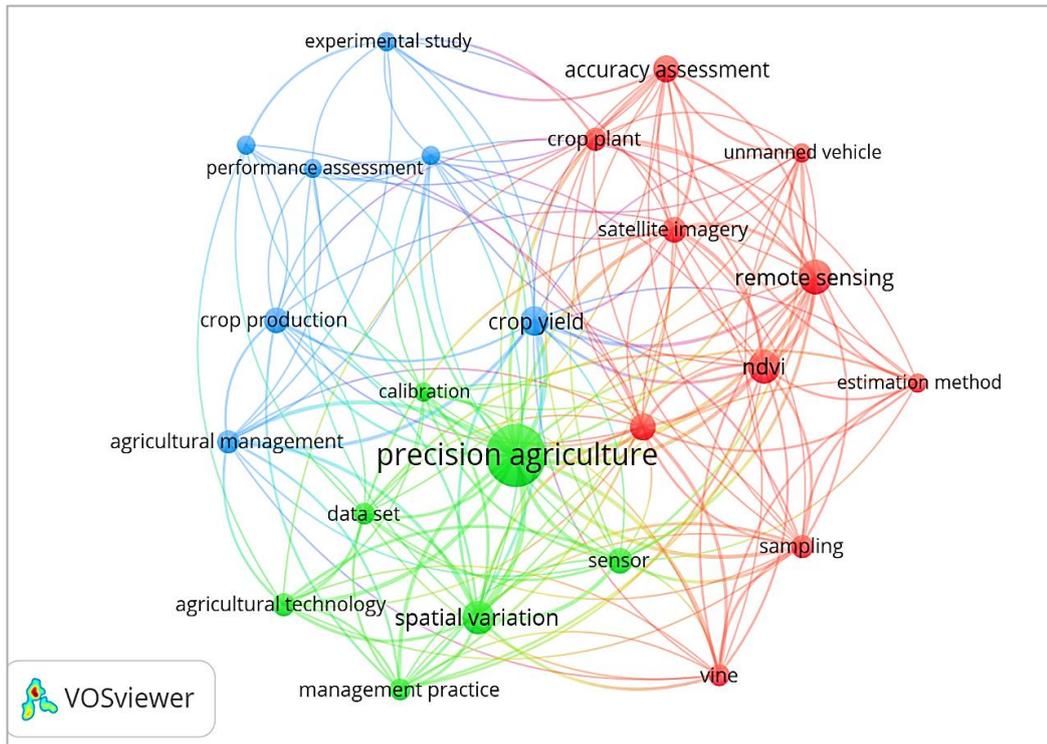
**Tabla 2**

*Análisis de co-ocurrencia de palabras claves*

Palabras Clave	Ocurrencias	Fuerza total del enlace
Precision agricultura	32	126
Spatial variation	13	70
Remote sensing	14	65
NDVI	13	57
Crop yield	11	55
Sensor	9	50
Vineyard	10	47
Sampling	8	46
Satellite imagery	9	40
Agricultural management	8	39
Vine	7	39
Viniculture	5	35
Accuracy assessment	10	33
Management practice	7	33
Optimization	5	33
Agricultural technology	8	32
Leaf area index	5	32
Zea mays	6	30
Data set	7	29
Estimation method	6	29
Soil property	5	29
Lidar	5	28
Maize	5	27
United States	5	27
Calibration	6	26
Crop production	9	26
Crop plant	8	25
Growing season	5	25
Triticum aestivum	5	25
Unmanned vehicle	6	25
Spatiotemporal análisis	5	23
Agricultural modeling	5	20
Experimental study	6	20
Fruit	5	18

Multispectral image	5	17
Image análisis	5	16
Orchard	5	16
Performance assessment	6	16
Robotics	6	13

**Figura 4**  
*Análisis de co-ocurrencia de palabras claves*

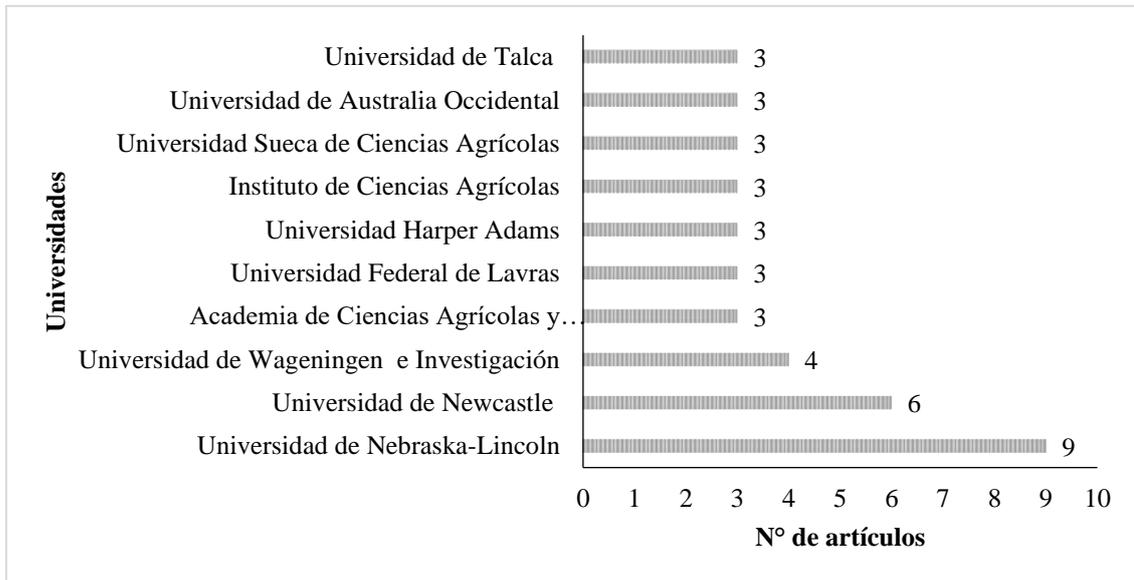


### 2.3.5 Producción científica de universidades en tecnologías aplicadas en los agronegocios

Un total de 180 universidades fueron parte de la producción de artículos sobre las tecnologías aplicadas en los agronegocios. Las cinco principales universidades son: Universidad de Nebraska -Lincoln con nueve artículos publicados, la Universidad de Newcastle con seis artículos publicados, seguida de la Universidad de Wageningen e Investigación con cuatro investigaciones publicadas y la Academia de Ciencias Agrícolas y Forestales y la Universidad Federal de Lavras con tres publicaciones realizadas.

**Figura 5**

*Producción científica de universidades en tecnologías aplicadas en los agronegocios*

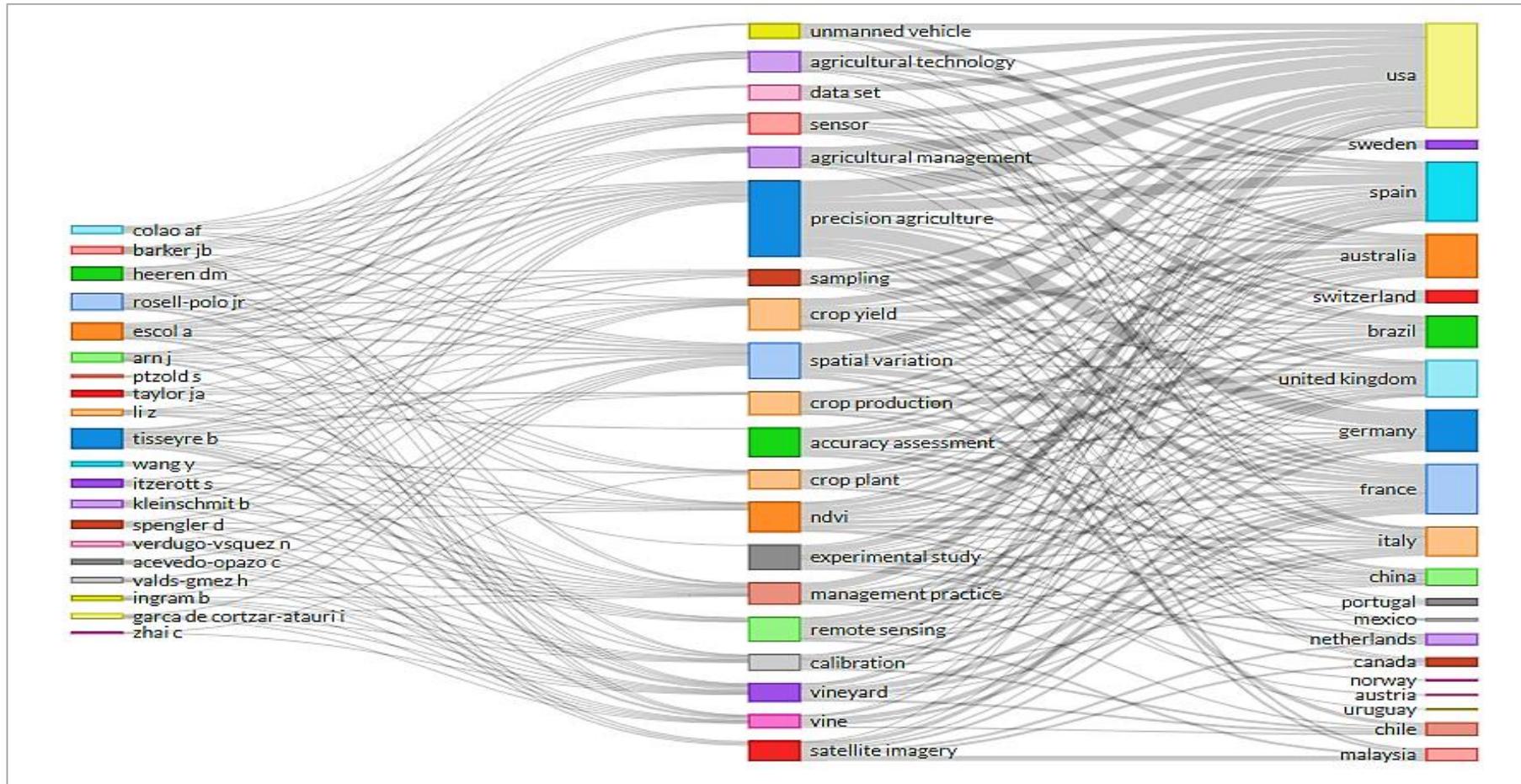


### 2.3.6 Árbol de autores, palabras claves y países

En la figura 6 se observan los cinco principales autores en la publicación de artículos científicos de tecnologías aplicadas a los agronegocios de la revista *Precision Agriculture*: Tisseyre B, Escol A., Rosell Polo Jr, Arn J. y Heeren Dm. Las cinco palabras claves más recurrentes fueron: precisión Agriculture, spatial variation, remote sensing y NDVI y los países más productivos en esta área son: USA, España, Reino Unido, Alemania y Francia.

**Figura 6**

*Árbol de autores, palabras claves y países*



### 2.3.7 Dendograma de temas

El análisis de agrupamientos o análisis clúster, también llamando análisis de segmentación minería, tiene como principal objetivo agrupar un conjunto de objetos en subconjuntos o clústeres de manera tal que aquellos objetos que pertenecen a un mismo clúster estén más relacionados entre sí que los objetos asignados a clusters diferentes (Reeb, 2017).

En la figura 6 se observa el dendograma que presenta el análisis de palabras identificando los temas principales que a su vez se desglosan en diferentes niveles. El eje “y” representa la media de la distancia y el eje “x” se ordenan las palabras de estudio, se realizó un corte a la altura de 0.5 en “y” obteniendo cinco clústeres disjuntos que se muestran en la tabla 3, tabla 4, tabla 5, tabla 6 y tabla 7.

**Tabla 3.**

*Cluster N°1*

Palabra	Nivel de similitud	Nivel de distancia
Crop production	0.01	-0.41
Crop yield	0.33	0.38
Management practice	1.1	-0.35
Pixel	0.81	0.56
Spatiotemporal analysis	0.02	0.62
Accuracy assessment	-0.75	0.37
Crop plant	-0.5	0.17
Satellite imagery	-0.21	1.04
Spatial distribution	-0.15	0.57
Canopy reflectance	-0.4	-0.03
Multispectral image	0.25	-0.28
Spatial resolution	0.78	-0.21
Yield response	0.39	-0.53
Agricultural management	0.43	-0.1
Agricultural technology	0.69	-0.96
Precisión agriculture	0.53	0
Data set	0.73	-0.45

Calibration	0.49	-0.03
Growing season	0.3	1.35
Sensor	0.79	-0.02
Unmanned vehicle	-0.44	0.88
United states	-0.01	-0.16
Agricultural land	-0.43	0.09
Estimation method	0.33	1.38
Phenology	1.16	-0.16
Satellite data	0.83	0.74
NDVI	-0.04	0.91
Soil property	0.45	-0.14
Field method	-0.24	-0.6
Fruit	0.39	-0.56
Lidar	1.07	-0.35
Orchard	-0.05	-1.02
Remote sensing	0.24	0.68
GNSS	-0.07	-0.27
Farming system	0.03	-0.43
Spatial variation	1.11	0.01
Agricultural modeling	0.57	-0.22
Vineyard	0.81	0.16
Sampling	0.92	0.68
Irrigation system	1.56	-0.67
Harvesting	0.24	-0.96

**Tabla 4.**  
*Cluster N°2*

Palabra	Nivel de similitud	Nivel de distancia
Algorithm	-0.75	-0.41
Experimental study	-1.25	-0.39
Performance assessment	-1.05	-0.65
Precision	-1.74	-0.69
Robotics	-1.18	-1.17
Equipment	-1.33	-1.07
Image analysis	-1.19	-0.82

**Tabla 5.**  
*Cluster N°3*

Palabra	Nivel de similitud	Nivel de distancia
Optimization	-0.4	1.63
Leaf área index	0	2
Fertilizer application	-0.64	1.56
Wheat	-0.75	2.77
Triticum aestivum	-0.67	2.29

**Tabla 6.**  
*Cluster N°4*

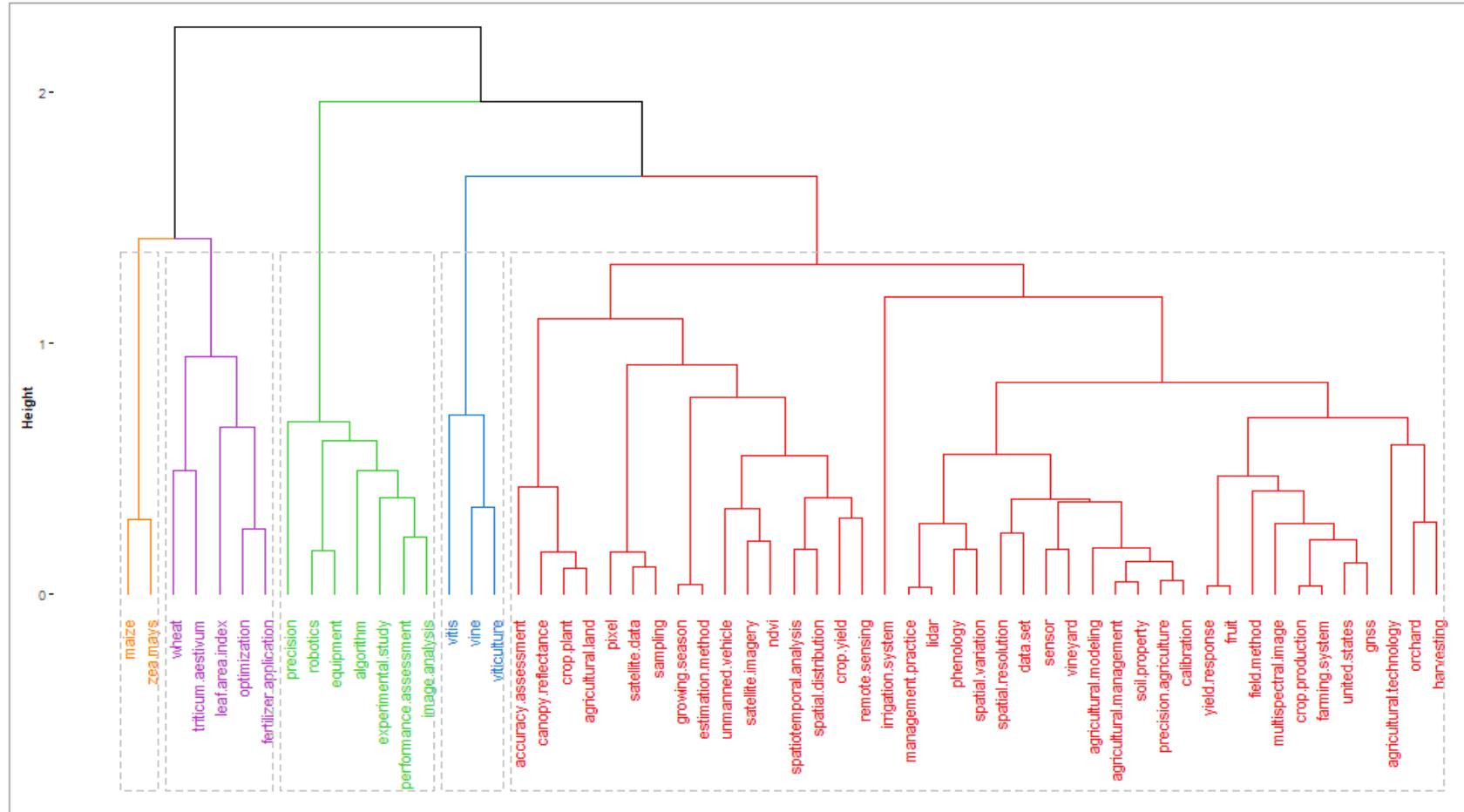
Palabra	Nivel de similitud	Nivel de distancia
Vine	1.7	0.66
Vitis	1.81	0.12
Viticulture	1.7	1.01

**Tabla 7.**  
*Cluster N°5*

Palabra	Nivel de similitud	Nivel de distancia
Maize	-1.34	1.1
Zea mays	-1.26	0.81

Figura 7

Dendograma de palabras



### III. CONCLUSIONES

El uso de las TIC en los agronegocios ha logrado aumentar la productividad en la cadena agroalimentaria, mejorando el rendimiento de cultivos, acelerando los procesos productivos, reduciendo costos de insumos, reduciendo la mano de obra y fortaleciendo el uso sostenible de recursos naturales. En los últimos cinco años se encontraron 69 publicaciones sobre tecnologías aplicadas a los agronegocios en la revista Precision Agriculture de la base de datos Scopus, observándose un crecimiento sostenido en estos años.

Los autores de producción científica según el número de manuscritos publicados en los últimos cinco años, fueron: Tisseyre B. con seis publicaciones durante el periodo del año 2016 a 2020; seguido por Escol A. y Rosell-Polo Jr., con dos publicaciones realizadas en el año 2017 y tres publicaciones en el año 2019; Heren DM y Liz realizaron una publicación en los años: 2018, 2019 y 2020, finalmente Colao Af. publicó dos investigaciones en el año 2019.

Se encontró que los países con más investigación en tecnologías aplicadas a los agronegocios fueron: Estados Unidos (17%) con 38 artículos publicados, España (13%) con 29 publicaciones, Reino Unido (9%) con 20 artículos publicados, Alemania (8.7%) con 19 artículos publicados y Francia (8%) con 18 artículos publicados.

Las cinco palabras claves que tiene mayor valor de ocurrencia y fuerza de enlace fueron: Precision Agriculture con 32 y 126, seguida de Spatial Variation con 32 y 70, Remote sensing con 14 y 65, NDVI con 13 y 57, y Crop viel con 11 y 55 respectivamente.

A partir de los resultados obtenidos se afirma que existe gran interés por diversos centros de investigación en la publicación de tecnologías aplicadas a los agronegocios destacando: Universidad de Nebraska - Lincoln, la Universidad de Newcastle y la Universidad de Wageningen e Investigación. Además de presentar temáticas con potencialmente de publicaciones las referidas a data set, vehículos no tripulados y sampling.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Arnó, J., Escolà, A., & Rosell-Polo, J. R. (2017). Setting the optimal length to be scanned in rows of vines by using mobile terrestrial laser scanners. *Precision Agriculture*, 18(2), 145–151. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9451-z>
- Bueno-Delgado, M. V., Melenchon-Ibarra, A., & Molina-Martinez, J. M. (2017). Software application for real-time ETo/ETc calculation through mobile devices. *Precision Agriculture*, 18(6), 1024–1037. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9525-6>
- Cáceres, D. (2015). Tecnología agropecuaria y agronegocios. La lógica subyacente del modelo tecnológico dominante. *Mundo Agrario*, 16(31), 0–0.
- Calatayud, A., & Katz, R. (2019). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina. In *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. <https://doi.org/10.18235/0001956>
- Christiansen, P., Kragh, M., Steen, K. A., Karstoft, H., & Jørgensen, R. N. (2017). Platform for evaluating sensors and human detection in autonomous mowing operations. *Precision Agriculture*, 18(3), 350–365. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9497-6>
- Croft, H., Arabian, J., Chen, J. M., Shang, J., & Liu, J. (2020). Mapping within-field leaf chlorophyll content in agricultural crops for nitrogen management using Landsat-8 imagery. *Precision Agriculture*, 21(4), 856–880. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09698-y>
- Crusiol, L. G. T., Carvalho, J. de F. C., Sibaldelli, R. N. R., Neiverth, W., do Rio, A., Ferreira, L. C., Procópio, S. de O., Mertz-Henning, L. M., Nepomuceno, A. L., Neumaier, N., & Farias, J. R. B. (2017). NDVI variation according to the time of measurement, sampling size, positioning of sensor and water regime in different soybean cultivars. *Precision Agriculture*, 18(4), 470–490. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9465-6>
- Cruz Júnior, J. C., Irwin, S. H., Marques, P. V., Filho, J. G. M., & Bacchi, M. R. P. (2011). O excesso de confiança dos produtores de milho no brasil e o uso de contratos futuros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49(2), 369–390. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000200005>

- Escolà, A., Martínez-Casasnovas, J. A., Rufat, J., Arnó, J., Arbonés, A., Sebé, F., Pascual, M., Gregorio, E., & Rosell-Polo, J. R. (2017). Mobile terrestrial laser scanner applications in precision fruticulture/horticulture and tools to extract information from canopy point clouds. *Precision Agriculture*, 18(1), 111–132. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9474-5>
- Flórez-Martínez, D. H., & Uribe-Galvis, C. P. (2020). Fourth industrial revolution technologies for agriculture sector: A trend analysis in agriculture 4.0. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, July 2020, 27–31. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.11>
- Galvez, C. (2018). Co-word analysis applied to highly cited papers in Library and Information Science (2007-2017). In *Transinformacao* (Vol. 30, Issue 3, pp. 277–286). Pontificia Universidad Católica de Campinas. <https://doi.org/10.1590/2318-08892018000300001>
- González Perea, R., Daccache, A., Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., & Knox, J. W. (2018). Modelling impacts of precision irrigation on crop yield and in-field water management. *Precision Agriculture*, 19(3), 497–512. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9535-4>
- Global Innovation Index. (2020). Global Innovation Index 2020. In *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*. <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2016-report#>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2010). *Desarrollo de los agronegocios en América Latina y el Caribe*. <http://repiica.iica.int/docs/B3255E/B3255E.PDF>
- Jurado-Expósito, M., de Castro, A. I., Torres-Sánchez, J., Jiménez-Brenes, F. M., & López-Granados, F. (2019). Papaver rhoeas L. mapping with cokriging using UAV imagery. *Precision Agriculture*, 20(5), 1045–1067. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09635-z>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(November), 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Lee, J. S. (1976). *Understanding the Agribusiness Concept*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED130111.pdf>
- Luque, A., Peralta, M. E., Heras, A. De, Córdoba, A., Luque, A., Peralta, M. E., Heras, A. De, & Córdoba, A. (2017). ScienceDirect of the Industry Andalusian food sector State of the Industry the Andalusian food 41011 sector State of the Industry 4.0 in the Andalusian food sector. *Procedia Manufacturing*, 13, 1199–1205. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.195>

- Massimo, P., Alberto, R. A., Roberto, M., Khalid, A. R., & Ali, A. M. (2018). Devices to detect red palm weevil infestation on palm species. *Precision Agriculture*, 19(6), 1049–1061. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9573-6>
- Méndez Rojas, D. A. (2017). *Notas para una historia transnacional de la revolución verde*. [www.whitehouse](http://www.whitehouse.gov).
- Miller, K. A., Luck, J. D., Heeren, D. M., Lo, T., Martin, D. L., & Barker, J. B. (2018). A geospatial variable rate irrigation control scenario evaluation methodology based on mining root zone available water capacity. *Precision Agriculture*, 19(4), 666–683. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9548-z>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Tecnologías digitales. *Tecnologías Digitales*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rmh6>
- Padilla, F. M., de Souza, R., Peña-Fleitas, M. T., Grasso, R., Gallardo, M., & Thompson, R. B. (2019). Influence of time of day on measurement with chlorophyll meters and canopy reflectance sensors of different crop N status. *Precision Agriculture*, 20(6), 1087–1106. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09641-1>
- Parraguez, C. (2017). *Nuevas tecnologías en el agro: 11 tendencias mundiales – PMG | Business Improvement*. PMG Business Improvement. <https://www.pmgchile.com/nuevas-tecnologias-en-el-agro-11-tendencias-mundiales/>
- Petrich, L., Lohrmann, G., Neumann, M., Martin, F., Frey, A., Stoll, A., & Schmidt, V. (2020). Detection of *Colchicum autumnale* in drone images, using a machine-learning approach. *Precision Agriculture*, 21(6), 1291–1303. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09721-7>
- Reeb, P. D. (2017). *Análisis multivariado aplicado a la representación de datos sintéticos*. [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6366/Reeb%2CPablo Daniel. Análisis multivariado aplicado a la representación...pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6366/Reeb%2CPablo%20Daniel.%20An%C3%A1lisis%20multivariado%20aplicado%20a%20la%20representaci%C3%B3n...pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Redagícola. (2017). *Agricultura interconectada en la era digital - Redagícola Perú*. <https://www.redagricola.com/pe/agricultura-interconectada-la-digital/>
- Severtson, D., Callow, N., Flower, K., Neuhaus, A., Olejnik, M., & Nansen, C. (2016). Unmanned aerial vehicle canopy reflectance data detects potassium deficiency and green peach aphid susceptibility in canola. *Precision Agriculture*, 17(6), 659–677. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9442-0>
- Söderström, M., Sohlenius, G., Rodhe, L., & Piikki, K. (2016). Adaptation of regional digital soil mapping for precision agriculture. *Precision Agriculture*, 17(5), 588–607. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9439-8>

- Suh, H. K., Hofstee, J. W., & van Henten, E. J. (2018). Improved vegetation segmentation with ground shadow removal using an HDR camera. *Precision Agriculture*, 19(2), 218–237. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9511-z>
- Tejada, V. F., Stoelen, M. F., Kusnierek, K., Heiberg, N., & Korsath, A. (2017). Proof-of-concept robot platform for exploring automated harvesting of sugar snap peas. *Precision Agriculture*, 18(6), 952–972. <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9538-1>
- Trujillo, P. R., Luis, N., Valderrama, M., & Bustos, P. (2020). *Evolución y tendencias investigativas de tecnologías aplicadas en los agronegocios: una revisión sistemática de la literatura*. 189–199. <https://search.proquest.com/scholarly-journals/evolución-y-tendencias-investigativas-de/docview/2483103307/se-2?accountid=201395>
- V. Tauro, A. (2017). *LAS TIC en la Aplicación de la Agricultura - El Contexto a nivel mundial retos y oportunidades*. <https://www.armandotauro.com/es/editorial/99-las-tic-en-la-aplicacion-de-la-agricultura-el-contexto-a-nivel-mundial-retos-y-oportunidades.html>
- Valor Martínez, C., Jesús Muñoz-Torres, M., Ángeles Fernández Izquierdo, M., María Rivera Lirio, J., Ferrero, I., & Escrig Olmedo José Vicente Gisbert Navarro, E. (2020). *ÍNDICE PRESENTACIÓN: LA ECONOMÍA CIRCULAR: UNA OPCIÓN INTELIGENTE 4 Marta de la Cuesta González UNED y Economistas sin Fronteras ECONOMÍA CIRCULAR-ESPIRAL. OPCIONES ESTRATÉGICAS DESDE EL RECICLAJE AL CAMBIO SISTÉMICO 7 Luis M. Jiménez Herrero Asociación p. [www.ecosfron.org](http://www.ecosfron.org)*
- Verdugo-Vásquez, N., Acevedo-Opazo, C., Valdés-Gómez, H., Araya-Alman, M., Ingram, B., García de Cortázar-Atauri, I., & Tisseyre, B. (2016). Spatial variability of phenology in two irrigated grapevine cultivar growing under semi-arid conditions. *Precision Agriculture*, 17(2), 218–245. <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9418-5>
- Weltzien, C. (2016). *Digital agriculture – or why agriculture 4. 0 still offers only modest returns*. *June*, 0–3. <https://doi.org/10.1515/lt.2015.3123>