

# Capítulo III

## Vigilancia científica y tecnológica



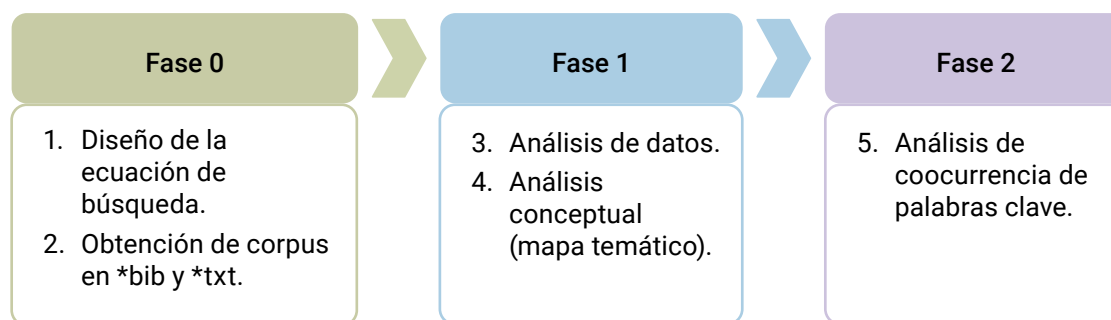
Por medio de la vigilancia científica y tecnológica como herramienta para la gestión de información especializada, se identificaron las tendencias en investigación mundial para la variedad de aguacate Hass, así como de siete áreas temáticas clave:

0. Aguacate Hass.
1. Suelos, fertilización y riego.
2. Gestión de tierras.
3. Agricultura 4.0.
4. Manejo de plagas.

5. Manejo de enfermedades.
6. Mejoramiento genéticos y propagación.
7. Manejo poscosecha.

Los estudios de vigilancia científica se enfocan en identificar las tendencias que conforman el estado del arte de una temática específica y permiten establecer el escenario actual de las actividades de investigación. La metodología de vigilancia científica comprende cinco etapas secuenciales (figura 9), estructurada en tres fases, que se describen a continuación.

**Figura 9.** Metodología empleada en la vigilancia científica.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la metodología descrita en el informe de vigilancia científica y tecnológica elaborado por AGROSAVIA.

### **Fase 0. Implementación de la estrategia de búsqueda**

Consiste en diseñar la ecuación de búsqueda con palabras clave relacionadas con factores que inciden en la producción de aguacate Hass en el departamento del Cauca. Estas palabras son identificadas por los investigadores de las áreas temáticas, mientras que la ecuación se plantea con el apoyo del Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica de AGROSAVIA. Los registros vinculados a la ecuación son recuperados para conformar la base de datos o corpus, los cuales son descargados en \*.bib y \*.txt, para analizarlos en Bibliometrix, y en \*.csv, para procesarlos en VOSviewer. En la tabla 3 se presentan las ecuaciones de búsqueda y los registros recuperados.

**Tabla 3.** Ecuaciones de búsqueda y número de registros recuperados

<b>Objeto de la ecuación</b>	<b>Ecuaciones de búsqueda</b>	<b>Registros de los testeos julio 2023</b>
Aguacate Hass	TITLE-ABS-KEY ("avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate" AND Hass)	957
Suelos, fertilización y riego	TITLE-ABS-KEY(("avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate") AND (Hass) AND (soil OR "microbial biomass" OR "soil nutrients" OR "organic matter" OR "vegetal cover" OR "Soil quality indicators" OR "water stress" OR "water storage" OR "soil degradation" OR fertilization OR irrigation OR "crop yield"))	142
Agricultura 4.0	TITLE-ABS-KEY (( "avocado" OR "persea americana" OR "palta" OR "aguacate") AND (hass) AND ( "spectral images" OR "drone*" OR "smart sensor*" OR "big data" OR "data mining" OR "agriculture 4.0" OR "satellite" OR "smart agriculture" OR "precision agriculture" OR "RFID" OR "agtech" OR "robot*" OR "smart tech*" OR "fourth industrial revolution" OR "Internet of things" OR "smart automation" OR "NIRS" OR "expert system" OR "cloud computing" OR "machine learning" OR "artificial intelligence" OR "smart farm*" OR "expert system*" OR "IoT" OR "information tech*" OR "nanotech*" ))	21

**Continuación tabla 3.** Ecuaciones de búsqueda y número de registros recuperados

Objeto de la ecuación	Ecuaciones de búsqueda	Registros de los testeos julio 2023
Gestión de tierras	TITLE-ABS-KEY (( "avocado" OR "persea americana" OR "palta" OR "aguacate" ) AND ( "hass" ) AND ( "land management" OR "land" OR "land use*" OR "land evaluation" OR "mapping" OR "zon*" OR "spatial data" OR "land degradation" OR "agroclimatic risk" OR "GIS" OR "cartograph*" OR "Climatic change" OR "land aptitude" OR "climate variability" OR "climatic risk" OR "spatial distribution" ) )	65
Manejo de plagas	TITLE-ABS-KEY (( "avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate" ) AND ( hass ) AND ( pest* OR biopes* OR "pestici* residu*" OR "bacter* control*" OR "fung* control*" OR "Heilipus Lauri" OR "Helipus trifascaitus" OR "Stenoma catenifer" OR "pest management" ) )	73
Manejo de enfermedades	TITLE-ABS-KEY(( "avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate" ) AND ( hass ) AND ( plant* ) AND ( disease* ) AND ( diseas* OR "phytosanitary measure*" OR "diseas* control" OR "diseas* management" OR "weed management" OR "diseas* recognition" OR "diseas* resistance" OR "diseas* surveillance" OR "epidemiolog*" OR lenticelosis OR lasiodiplodia OR "Phytophthora root" OR "Colletotrichum gloeosporioides" OR "Cylindrocarpon destructans" OR "Sunblotch viroid" ) )	48
Mejoramiento genético y propagación	TITLE-ABS-KEY (( "avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate" ) AND ( hass ) AND ( bredd* OR gen* OR greenhouse OR nursery OR seed* OR rootstock OR propagation OR grafting ) )	364
Poscosecha	TITLE-ABS-KEY(( "avocado" OR "palta" OR "persea americana" OR "aguacate" ) AND ( hass ) AND ( postharvest* OR harvest* OR "Bioactive compounds" OR "Added value" OR "pulp" OR "pulp proces*" OR quality OR storage OR "cold chain" OR "supply Chain" ) )	521

Fuente: Elaboración propia.



### **Fase 1. Indicadores cuantitativos de Bibliometrix**

Para obtenerlos se utilizó la interfaz web Biblioshiny para Bibliometrix, la cual trabaja sobre el programa RStudio. La herramienta ofrece cinco categorías de análisis, de las cuales se utilizaron dos: análisis de datos y análisis conceptual. Cada uno de estos niveles tiene diferentes indicadores, mediciones estadísticas y representaciones visuales. Del análisis conceptual se usó el mapa temático o de distribución temática, el cual, a partir de la aplicación del algoritmo de agrupación en la red de palabras clave, permite categorizar los principales tópicos de investigación por medio de dos dimensiones: la centralidad y la densidad. La centralidad es la importancia relativa de cada tópico en el campo de investigación y la densidad es el avance y la amplitud de los conocimientos generados en el campo de investigación. A partir de estas dimensiones se establecen cuatro cuadrantes:

- *Temas motor*: tópicos de investigación con mayor relevancia y desarrollo.

- *Temas básicos y transversales*: tópicos de alta relevancia y un desarrollo estable.
- *Temas emergentes o decadentes*: tópicos con baja relevancia y desarrollo, pero con alto potencial de pasar a básicos o transversales, o incluso a motor.
- *Temas altamente desarrollados o nichos*: identifica tópicos con alto grado de desarrollo en investigación, pero cuya relevancia no es alta (Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, 2022).

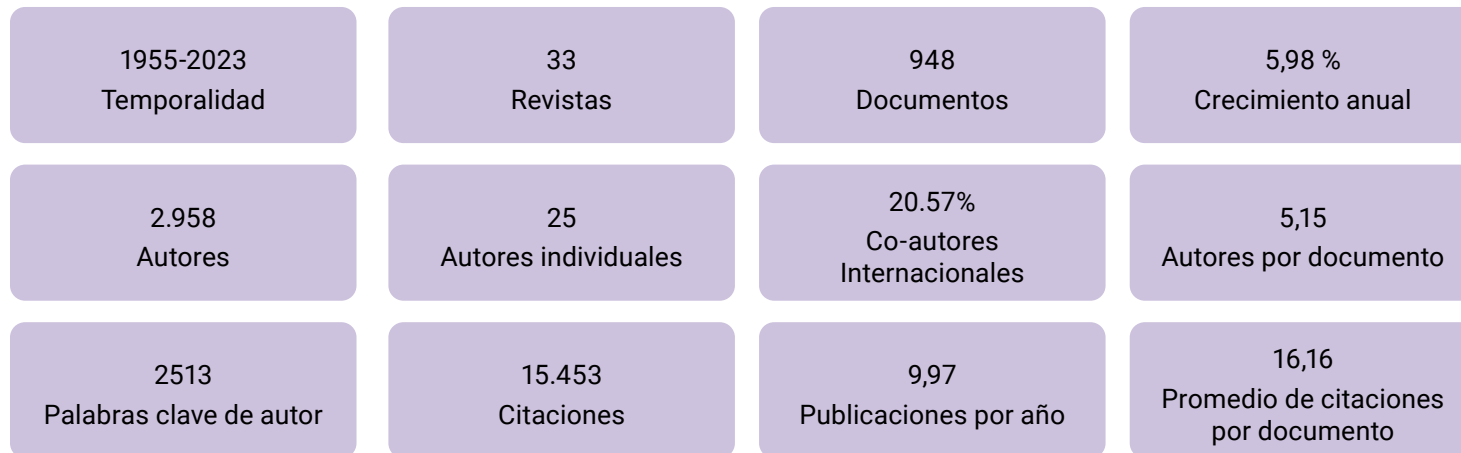
### **Fase 2. Paisajes científicos en VOSviewer**

VOSviewer es un software en el que se realizan visualizaciones analíticas de indicadores bibliométricos, cuantitativos y paisajes basados en algoritmos estadísticos y matemáticos. Específicamente, se utilizó el análisis de coocurrencia de palabras clave, el cual consiste en una técnica de análisis de contenido que usa patrones de coocurrencia de pares de ítems (términos o palabras) dentro de un corpus textual, y cuyo fin es identificar las relaciones entre las ideas en un dominio determinado.

## Aguacate Hass

En el área temática “aguacate de la variedad Hass” se recuperaron 957 publicaciones indexadas. El 88,5 % corresponde a artículos, 10 % a conferencias, 0,9 % a reseñas (*reviews*), 0,4% a capítulos de libro y 0,1 % a notas científicas. En la figura 10 se muestra el consolidado de la información recuperada y de la que fue analizada. Como se observa, el número de documentos se redujo a 948, teniendo en cuenta que el 0,1 % no cuenta con todos los parámetros para ser procesados e incluidos en el análisis.

**Figura 10.** Información general de aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Scopus® con información recuperada en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.



La producción científica en aguacate Hass inició en 1955 y tuvo un periodo sin publicaciones hasta 1975, fecha a partir de la cual ha tenido una tendencia creciente. Sin embargo, desde el año 2016 el número de publicaciones respecto al año anterior se duplicó y en los años 2021 y 2022 tuvo 88 y 85 publicaciones, respectivamente (figura 11).

**Figura 11.** Publicaciones por año vs. citas por año en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos recopilados en Scopus® en julio de 2023. El procesamiento de la información se hizo en Excel®.

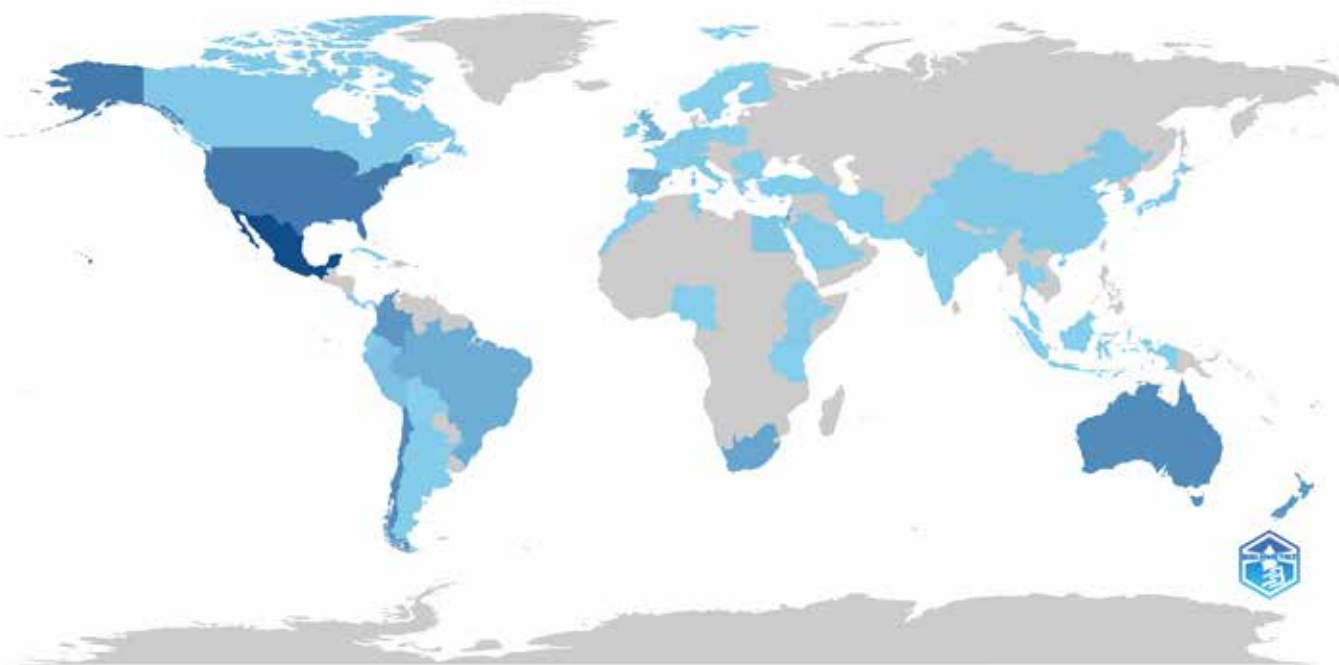
Entre las instituciones que mayor número de publicaciones han generado sobre la temática se encuentran: la Universidad de California en Estados Unidos, con 126 publicaciones, seguida por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile, con 46. Les siguen la Universidad Nacional de Colombia, Colombia, con 43; la Universidad de Kwazulu-Natal, Sudáfrica, con 41; el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile, con 25; el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, con 24; la Universidad de Queensland, Australia, con 24; el Instituto Politécnico Nacional, México, con 23; el Instituto de Nueva Zelanda para plantas y alimentos, en Nueva Zelanda, con 23, y la Universidad de Massey, Nueva Zelanda, con 22.

También se encontró que 60 países tienen producción científica en aguacate Hass. Los primeros 10 son: México con 459; Estados Unidos con 324; Australia con 243; Chile con 221; Colombia con 195; Nueva Zelanda con 148; Sudáfrica con 135; Israel con 121; Brasil con 117, y Reino Unido con 114. Estados Unidos es el país al cual le han citado más sus publicaciones, con 2.320 citas, seguido

de México con 1.538; Sudáfrica con 1.048; Chile con 905; Australia con 861; Nueva Zelanda con 843; Israel con 788; Colombia con 637; España con 569, y Reino Unido con 429. En el cartograma

de la figura 12 se relaciona el número de publicaciones de cada país con la intensidad azul que lo representa vs. los azules más claros, que indican una menor producción científica.

**Figura 12.** Nivel de producción científica en aguacate Hass por país.

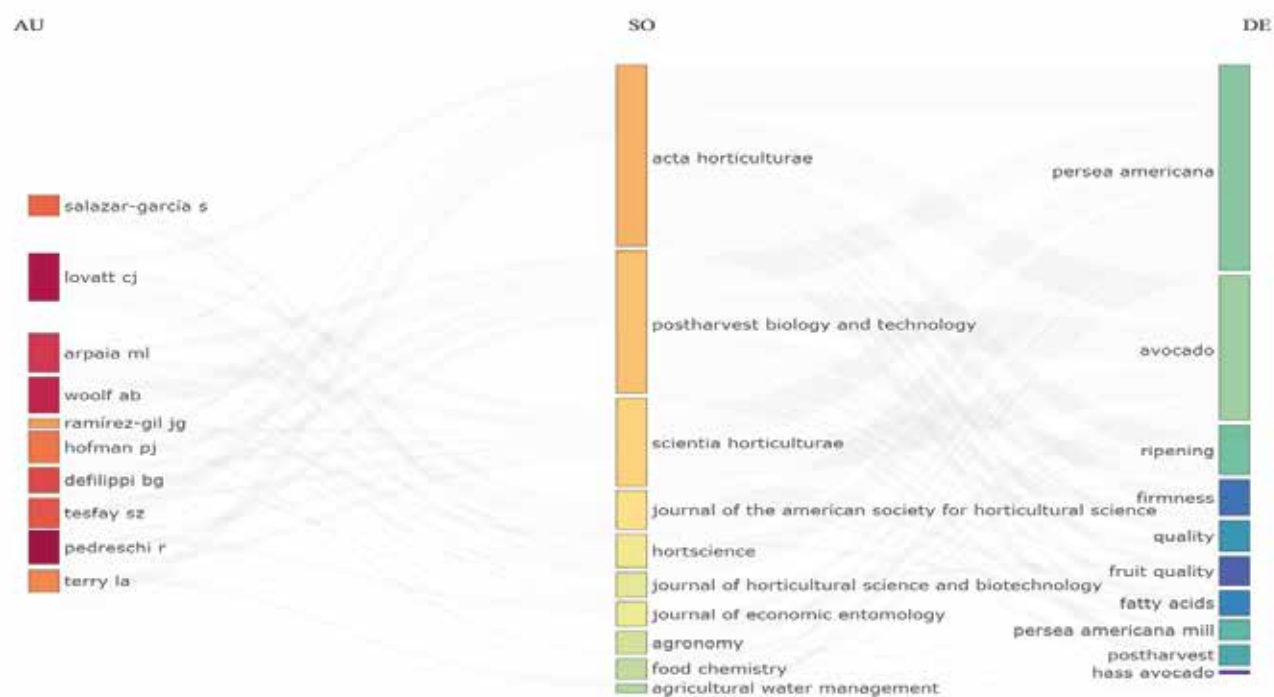


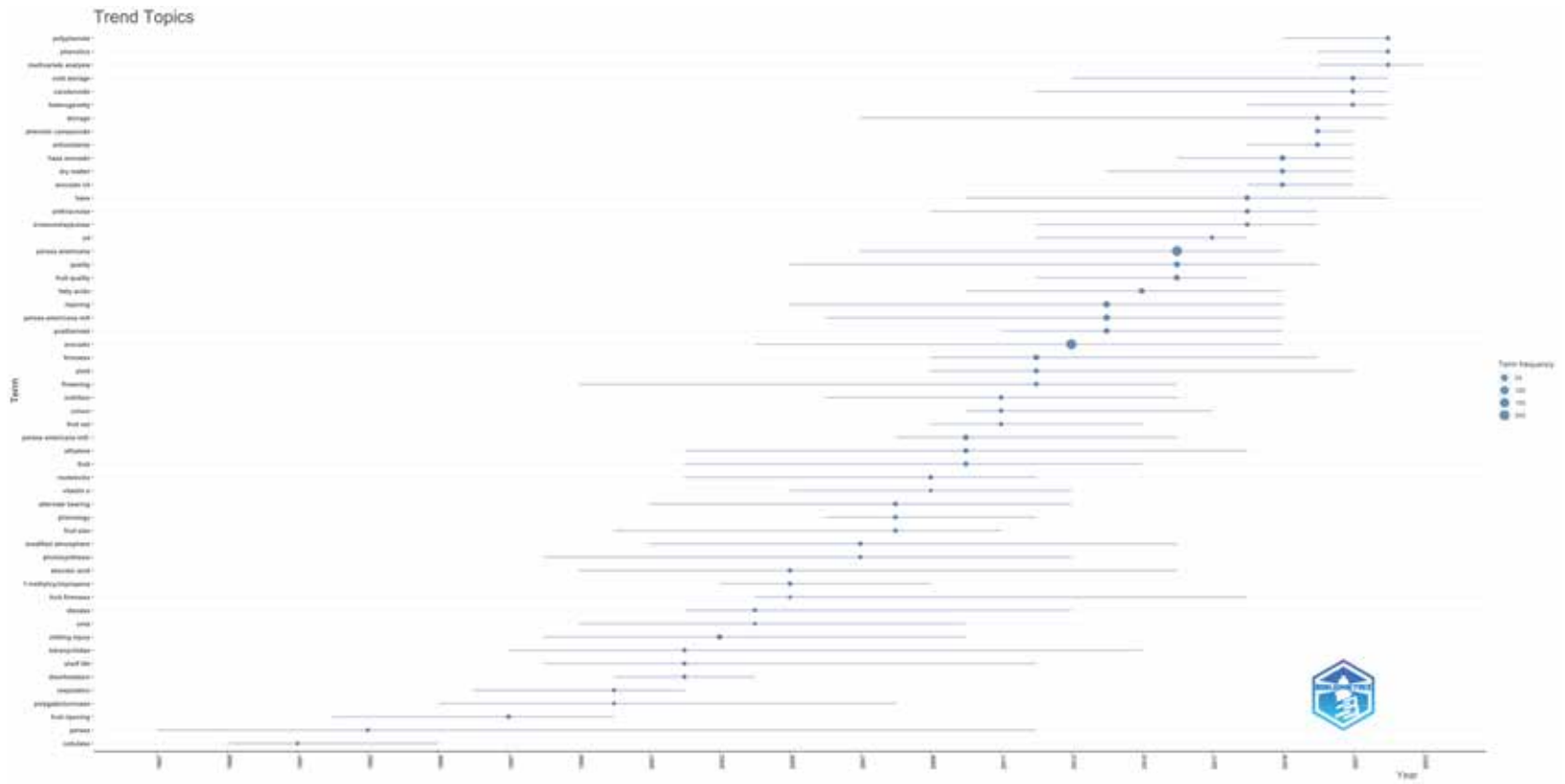
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada en Scopus® en julio de 2023. El procesamiento de los datos se hizo con Bibliometrix®.



Además, en el diagrama de Sankey de la figura 14 se aprecia la relación entre los 10 autores que más han publicado, las 10 revistas de mayor publicación y las palabras clave más utilizadas. A la izquierda se muestran los principales autores; en el centro, las revistas, y al lado derecho, las

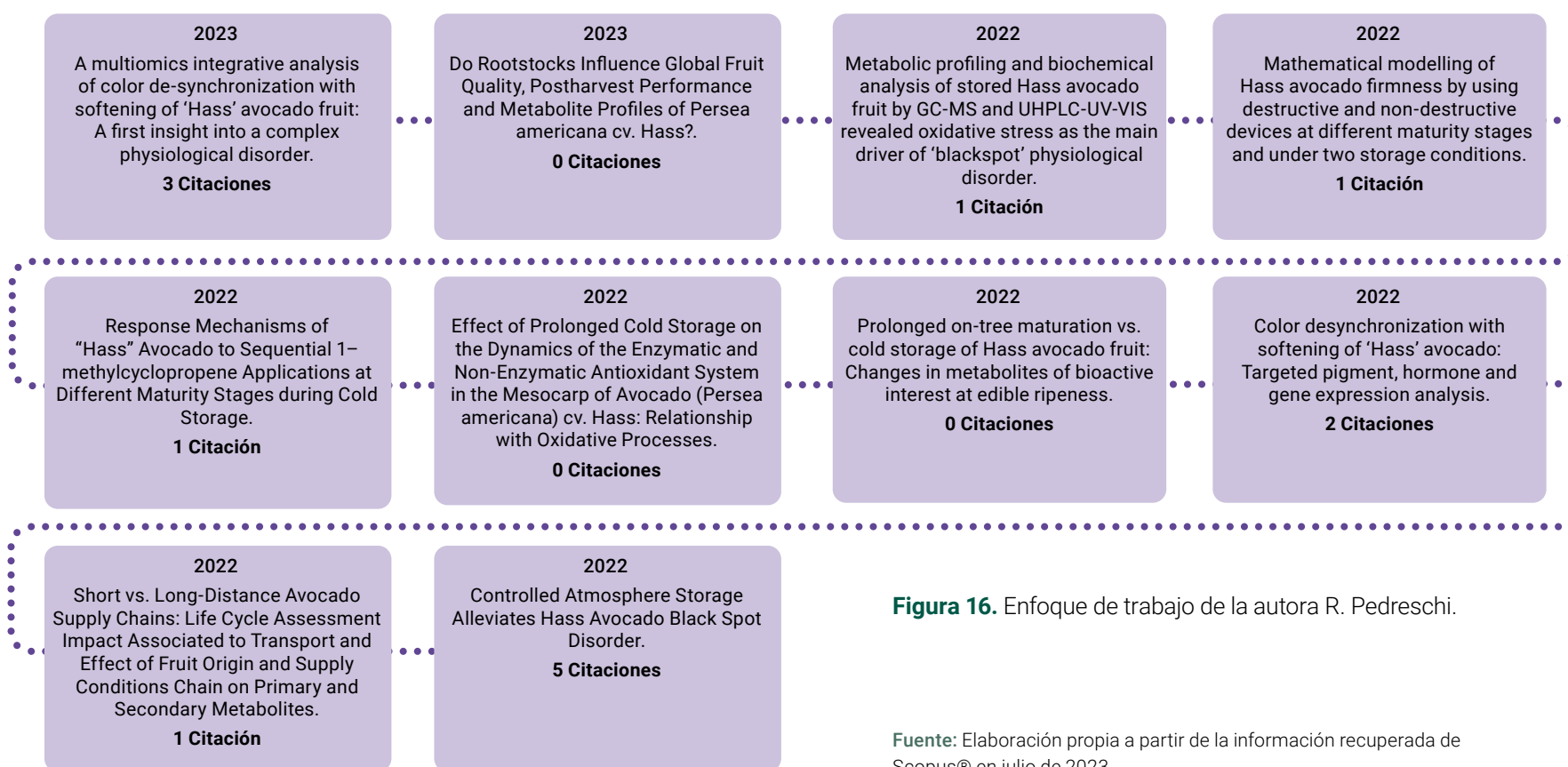
palabras clave más usadas. Las principales palabras clave de autor para aguacate Hass cambian conforme avanza la investigación y nuevas disciplinas se integran. Específicamente, en la figura 15 se observa la dinámica desde 1987 a 2023.





Romina P. Pedreschi es la autora con mayor número de publicaciones, y sus 10 artículos más recientes han sido publicados entre 2022 y 2023, como se observa en la figura 16. Los tres artículos más citados de esta investigadora (figura 17) están asociados a poscosecha; análisis metabólico de la heterogeneidad de la maduración

poscosecha de aguacates Hass; impacto de las estrategias de maduración poscosecha en los perfiles de ácidos grasos del aguacate Hass, e integración de datos proteómicos y metabolómicos de aguacates Hass de temporada temprana y media bajo tratamiento térmico.



**Figura 16.** Enfoque de trabajo de la autora R. Pedreschi.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 17.** Tres artículos más citados de la autora R. Pedreschi.

61  
citaciones

2014

Metabolomics analysis of postharvest ripening heterogeneity of 'Hass' avocados.

Autores: Pedreschi, R., Muñoz, P., Robledo, P., (...), Westra, E., & De Vos, R.C.H.

Publicado en: Postharvest Biology and Technology, 92, 172-179

38  
citaciones

2002

Impact of postharvest ripening strategies on 'Hass' avocado fatty acid profiles.

Autores: Hofman, P.J., Vuthapanich, S., Whiley, A.W., Klieber, A., & Simons, D.H.

Publicado en: South African Journal of Botany, 103, 32-35

45  
citaciones

2018

Integration of proteomics and metabolomics data of early and middle season Hass avocados under heat treatment.

Autores: Gavicho Uarrota, V., Fuentealba, C., Hernández, I., (...), Poblete-Echeverría, C., & Pedreschi, R.

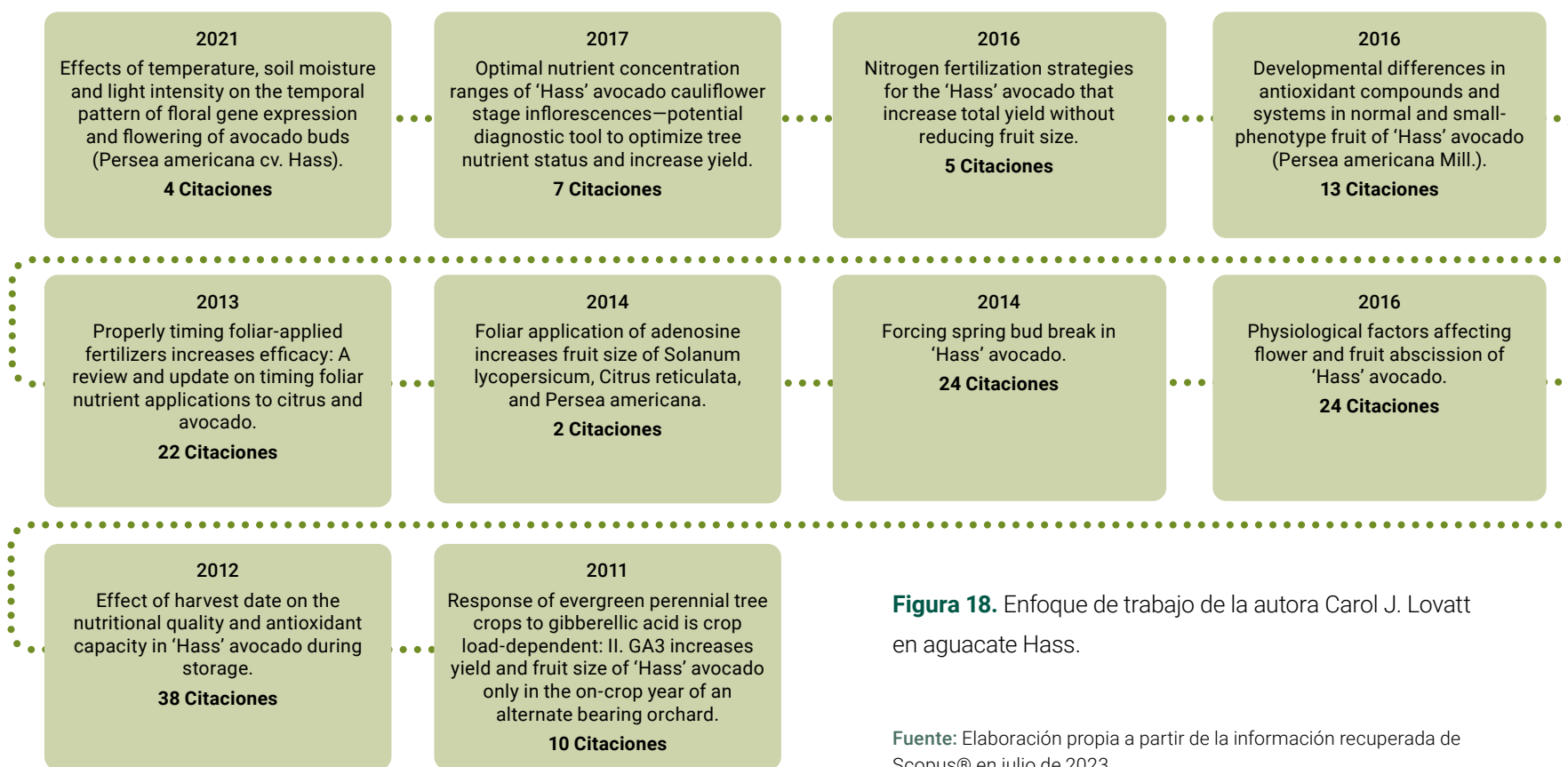
Publicado en: Food Chemistry, 289, 512-521

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.



Carol J. Lovatt es la segunda autora con mayor número de publicaciones. Se encuentra vinculada a la Universidad de California, en Estados Unidos, y su enfoque de trabajo se describe en la figura 18. Los tres artículos más citados de esta investigadora (figura 19) se asocian con el desarrollo

floral del aguacate Hass durante los años de cosecha “on” y “off”; la programación de aplicaciones de nutrientes foliares de cítricos y aguacates para aumentar el cuajado y el tamaño de los frutos, así como con la relación entre la abscisión de la flor y el fruto, y la alternancia del aguacate Hass.

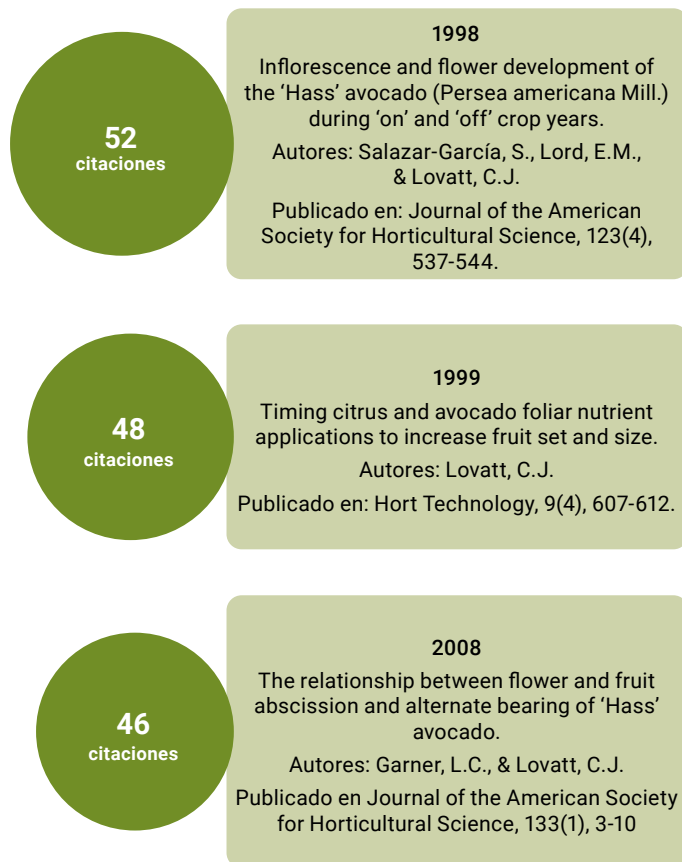


**Figura 18.** Enfoque de trabajo de la autora Carol J. Lovatt en aguacate Hass.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.



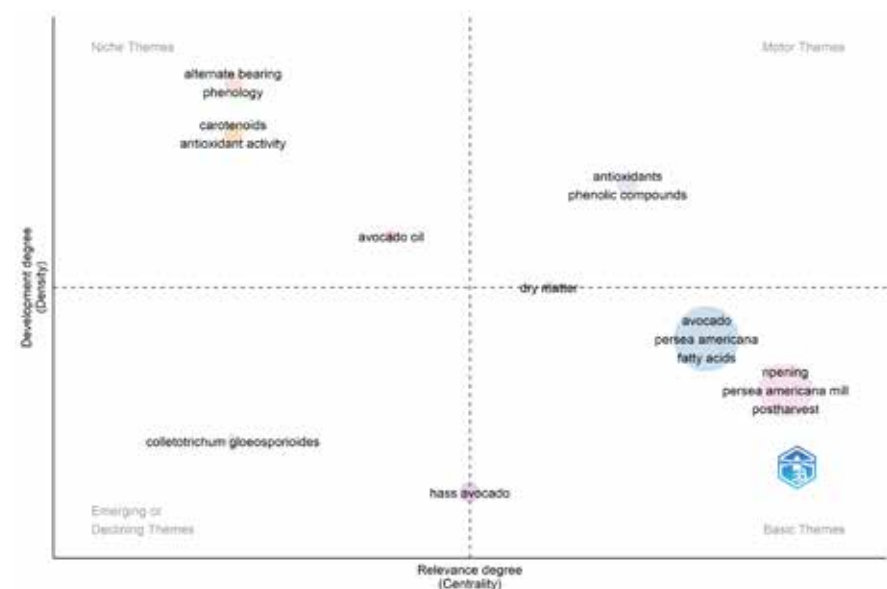
**Figura 19.** Artículos en aguacate Hass más citados de la autora C. J. Lovatt.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

En el mapa temático de palabras clave de autor (figuras 20 y 21) se identificaron tres tópicos muy desarrollados, asociados a alternancia y fenología del cultivo de aguacate, carotenoides, actividad antioxidante y aceite de aguacate. También hubo dos tópicos emergentes o en decadencia: antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y aguacate Hass asociado a nutraceuticos y bioproductos.

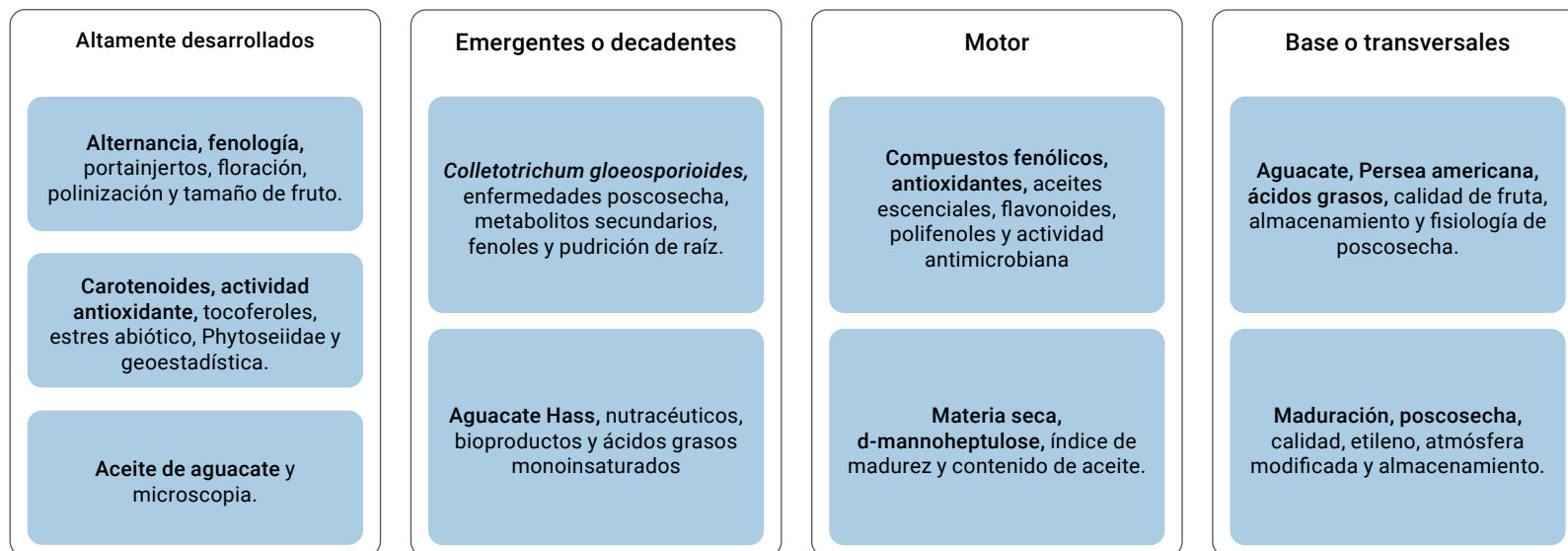
**Figura 20.** Mapa temático para aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

Así mismo, dos en motor: compuestos fenólicos y antioxidantes, y materia seca en poscosecha, y dos en base o transversales: ácidos grasos y calidad en poscosecha, y condiciones de almacenamiento en poscosecha y maduración. El análisis de coocurrencia se realizó con 5.299 palabras clave y el número mínimo de coocurrencias de palabra clave programado fue 5. Con esta configuración, el software identificó que 384 palabras cumplen con el criterio y generó la red de coocurrencia con 7 clústeres (figura 22).

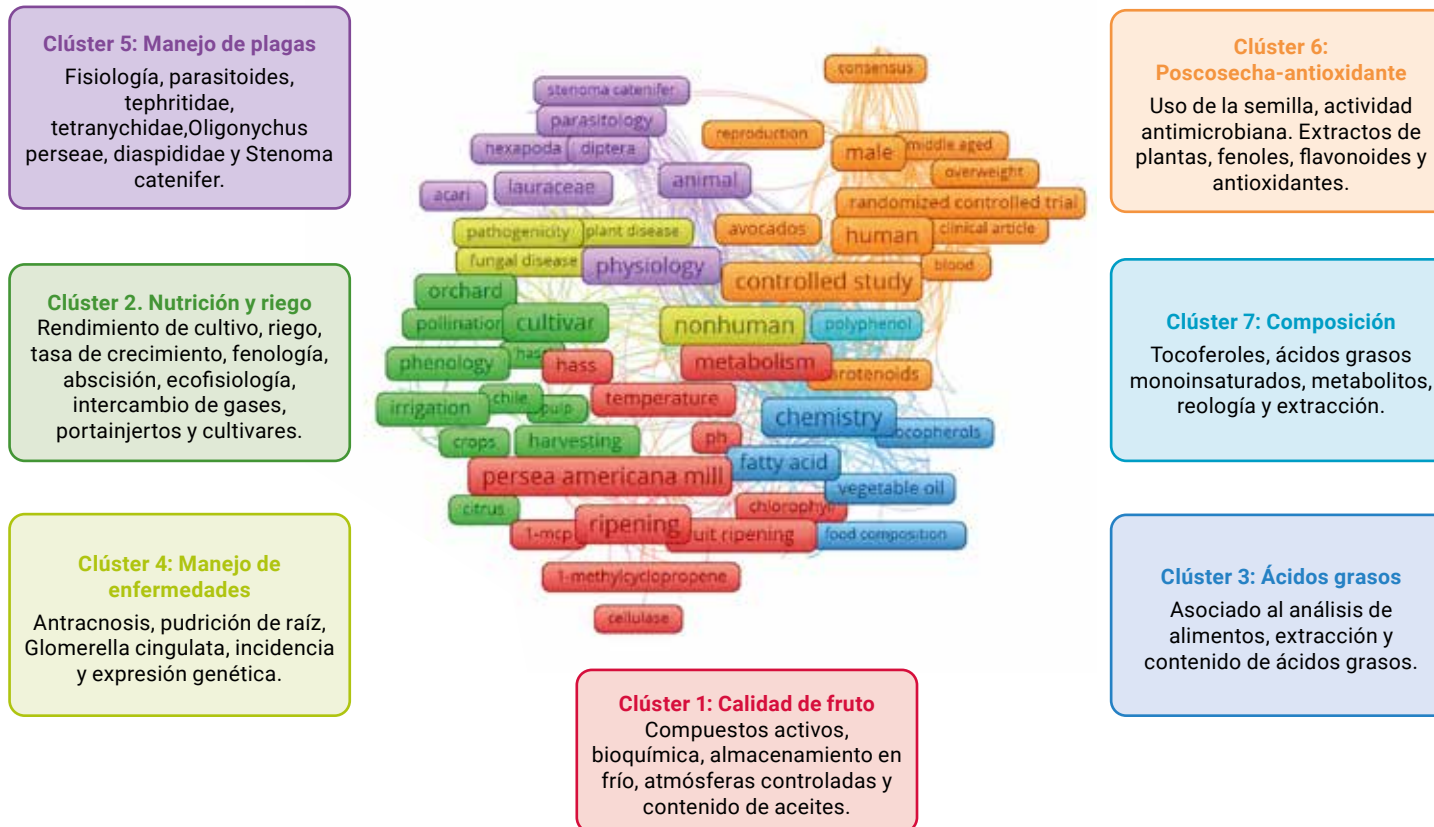
**Figura 21.** Temas identificados para aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.



**Figura 22.** Red de coocurrencia de palabras clave para aguacate Hass y clústeres identificados.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo en el software VOSviewer®

## Suelos, fertilización y riego

Para el área temática de manejo de suelos, fertilización y riego, se recuperaron 142 publicaciones indexadas. El 91,5 % corresponde a artículos, el 7,7 % a conferencias y el 0,7 % a reviews (figura 23). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 24). En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó un tópico por cada cuadrante (figuras 25 y 26). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 900 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias programado de 3, a partir de lo cual el software identificó 107 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 6 clústeres (figura 27).

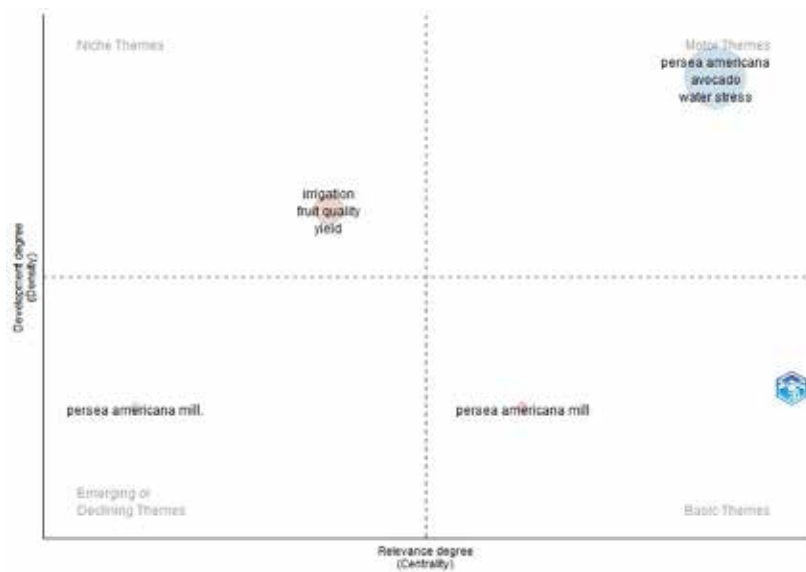
**Figura 23.** Información general de la temática de suelos, fertilización y riego.

1977-2023 Temporalidad	58 Revistas	142 Documentos	2,76 % Crecimiento anual
597 Autores	5 Autores individuales	19,15 % Coautores internacionales	6,48 Autores por documento
480 Palabras clave de autor	1.341 Citaciones	8,57 Publicaciones por año	9,511 Promedio de citas por documento

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de Scopus® con información recuperada en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.



**Figura 25.** Mapa temático para suelos, fertilización y riego en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

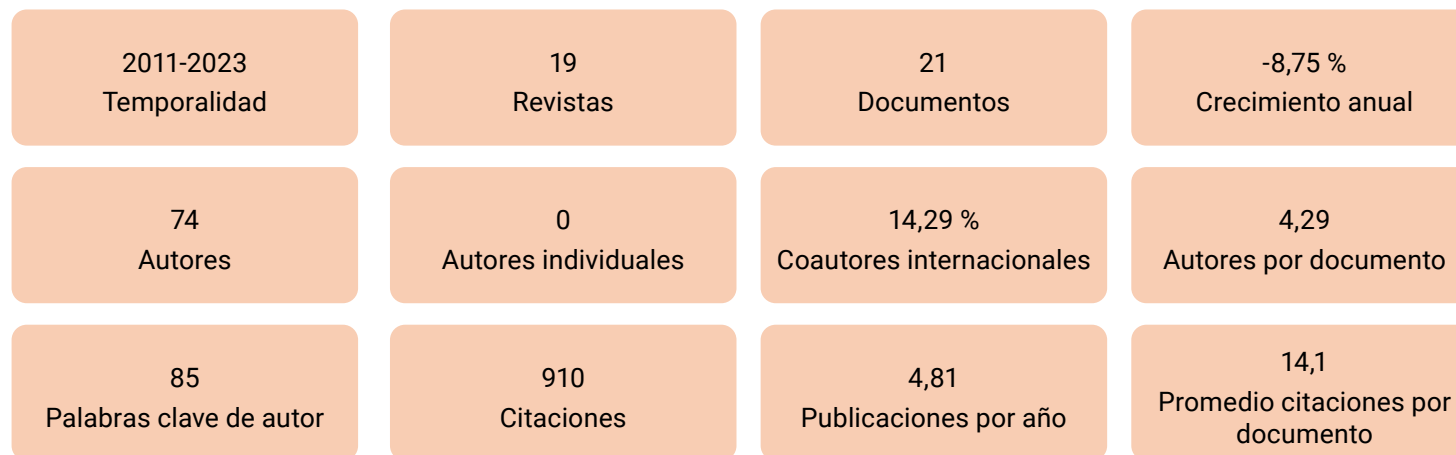




## Agricultura 4.0

En relación con el área temática, se recuperaron 21 publicaciones indexadas. El 81 % corresponde a artículos y el 19 % a conferencias. Se encontró un crecimiento anual negativo, comportamiento que se debe a que entre el 2017 y el 2020 se pasó de publicar 2 documentos al año sobre la temática a 4; sin embargo, en el año 2021 se redujeron nuevamente a 2 (figura 28). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figuras 29 y 30).

**Figura 28.** Información general de la agricultura 4.0 en aguacate Hass



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®

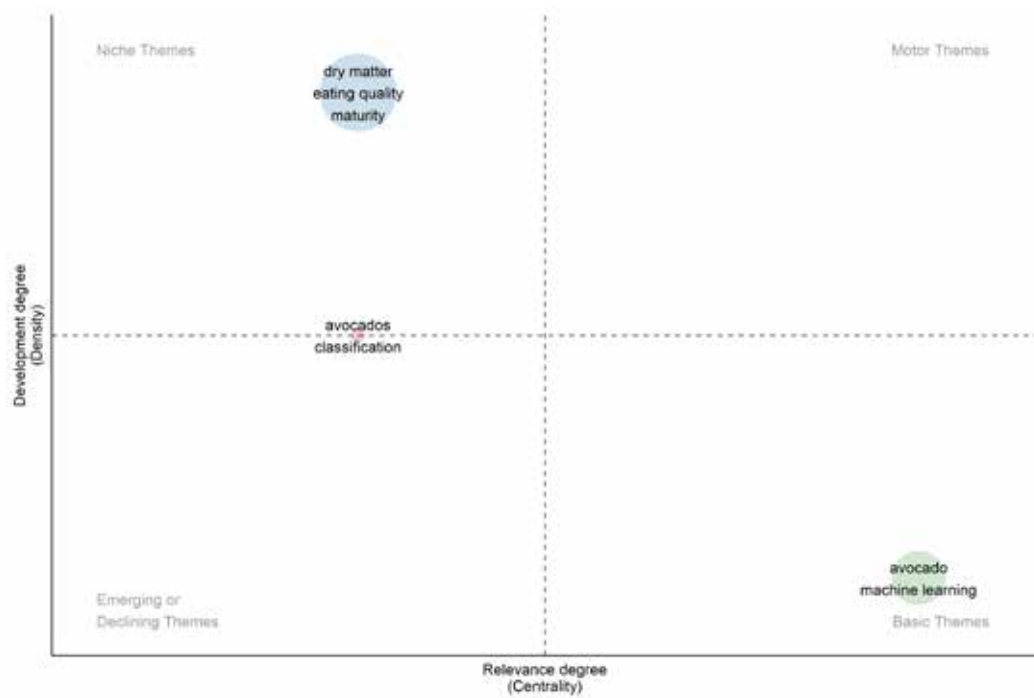


**Figura 29.** Producción científica de los principales autores para agricultura 4.0 en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

**Figura 30.** Mapa temático para agricultura 4.0 en aguacate Hass.



Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

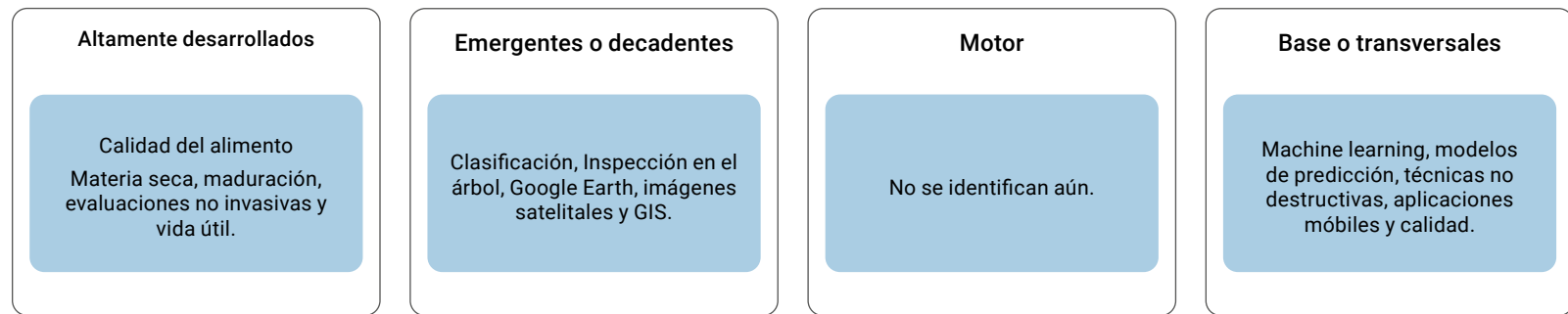




En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó un tópico para los cuadrantes de temáticas altamente desarrolladas, emergentes o decadentes, y base o transversales (figura 31). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó

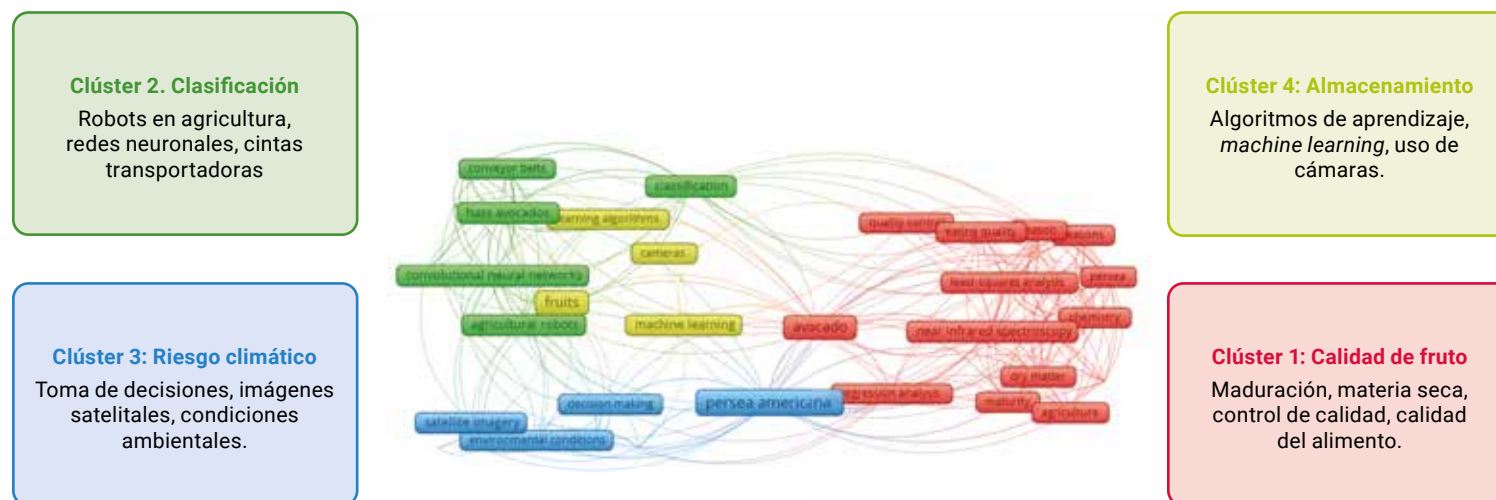
con 243 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias programado de 3, a partir de lo cual el software identificó 39 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 4 clúster (figura 32).

**Figura 31.** Temas identificados para agricultura 4.0 en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 32.** Red de coocurrencia de palabras clave para la temática agricultura 4.0 en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software VOSviewer®.

## Gestión de tierras

En el caso del área temática gestión de tierras, se recuperaron 65 publicaciones indexadas. El 87,7 % corresponde a artículos y el 12,3 % a conferencias. El crecimiento en el número de publicaciones en este tópico se estima en 0 %, pues de 2019 a 2021 pasó de tener un promedio de entre 2 y 4 artículos a un máximo de 10 por año; sin embargo, en 2022 solo alcanzó 7 por año, y hasta julio de 2023 solo se registró 1 publicación en este tema (figura 33). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan

**Figura 33.** Información general de gestión de tierras en aguacate Hass.



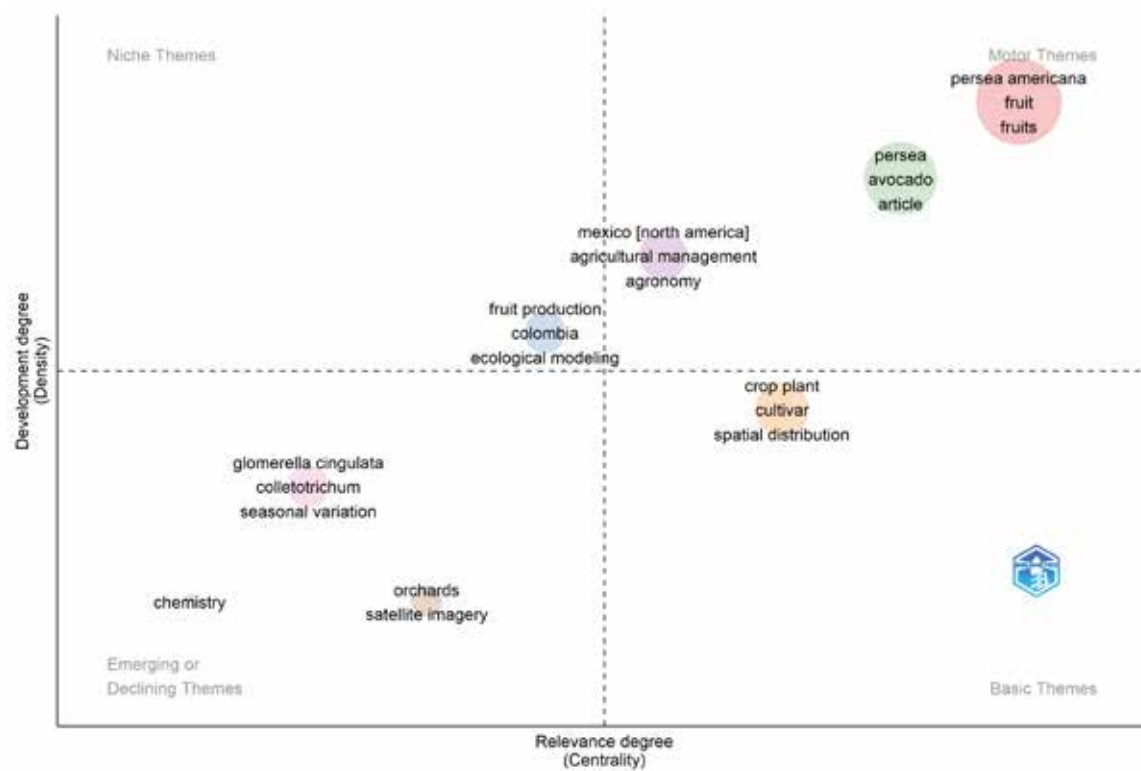
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®

en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 34). En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó 1 tópico en el cuadrante de altamente desarrollados, 3 en el cuadrante de emergentes o decadentes, 3 en el de tópicos motor y 1 en tópicos base o transversales (figuras 35 y 36). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 586 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias de palabras clave programado de 2, a partir de lo cual el software identificó 102 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 6 clústeres (figura 37).



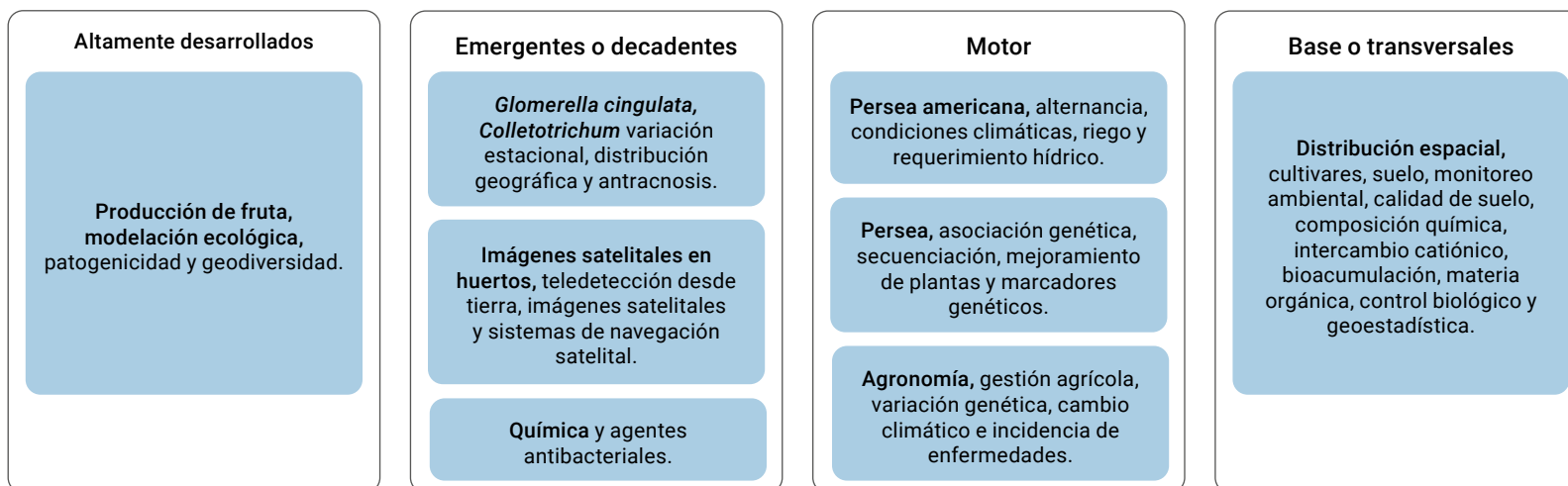


**Figura 35.** Mapa temático para gestión de tierras en aguacate Hass.



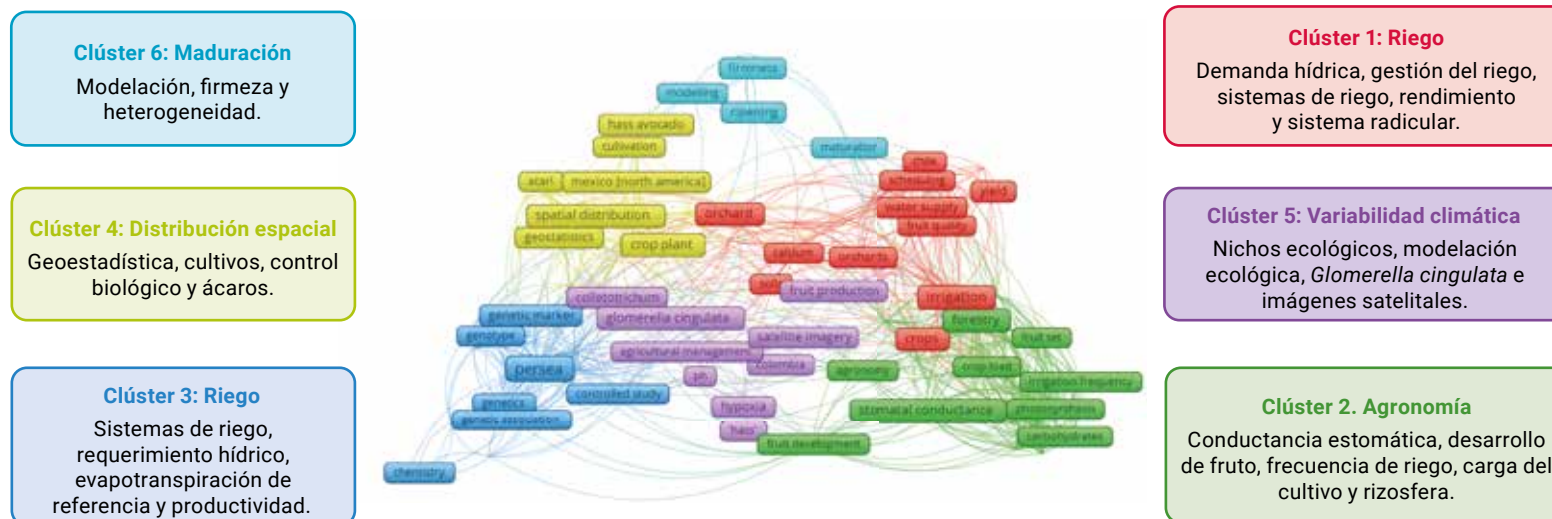
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

**Figura 36.** Temas identificados para gestión de tierras en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 37.** Red de coocurrencia de palabras clave para la temática gestión de tierras en aguacate Hass.



Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software VOSviewer®.

## Manejo de plagas

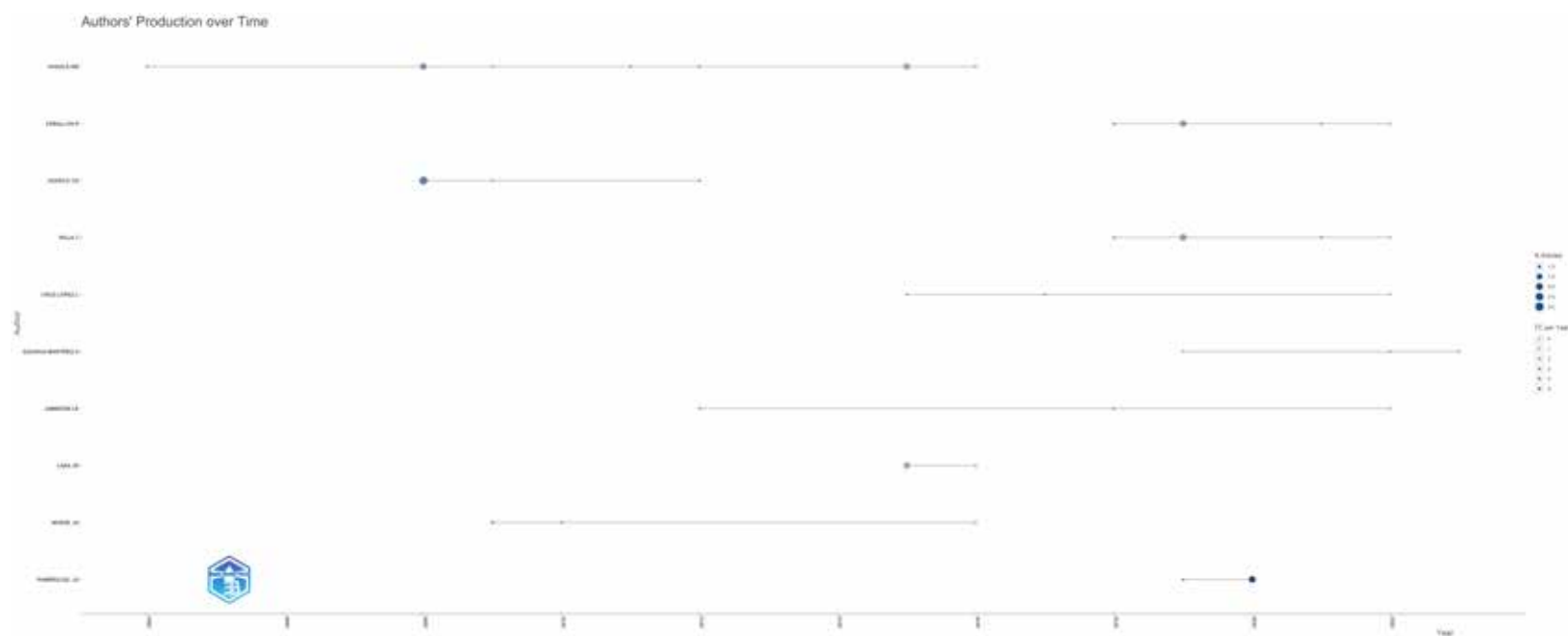
Para el área temática manejo de plagas se recuperaron 73 publicaciones indexadas. El 90,4 % corresponde a artículos, el 6,8 % a conferencias, el 1,4 % a capítulos de libro y el 1,4 % a reviews (figura 38). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 39).

**Figura 38.** Información general de manejo de plagas en aguacate Hass.

1989-2023 Temporalidad	49 Revistas	73 Documentos	5,41 % Crecimiento anual
240 Autores	2 Autores individuales	10,96 % Coautores internacionales	3,97 Autores por documento
282 Palabras clave de autor	2.763 Citaciones	8,1 Publicaciones por año	6,4 Promedio citaciones por documento

**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®

**Figura 39.** Producción científica de los principales autores para manejo de plagas.

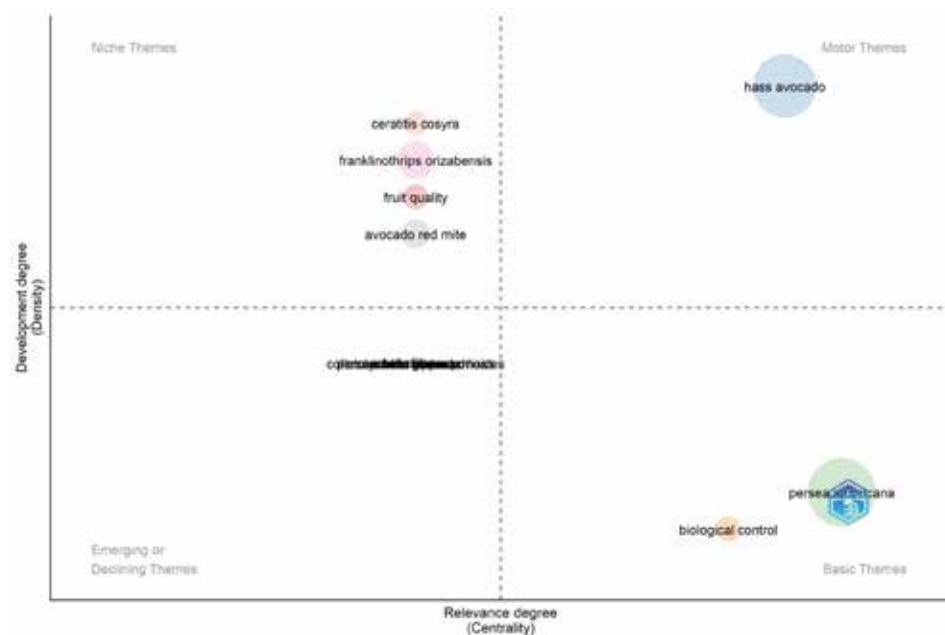


**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificaron 4 tópicos en el cuadrante de altamente desarrollados, 1 en el cuadrante de emergentes o decadentes, 1 en motor y 2 en base o transversales (figuras 40 y 41). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 625 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias de palabras clave programado de 3, a partir de lo cual el software identificó 72 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 4 clústeres (figura 42).

**Figura 40.** Mapa temático para manejo de plagas en aguacate Hass.



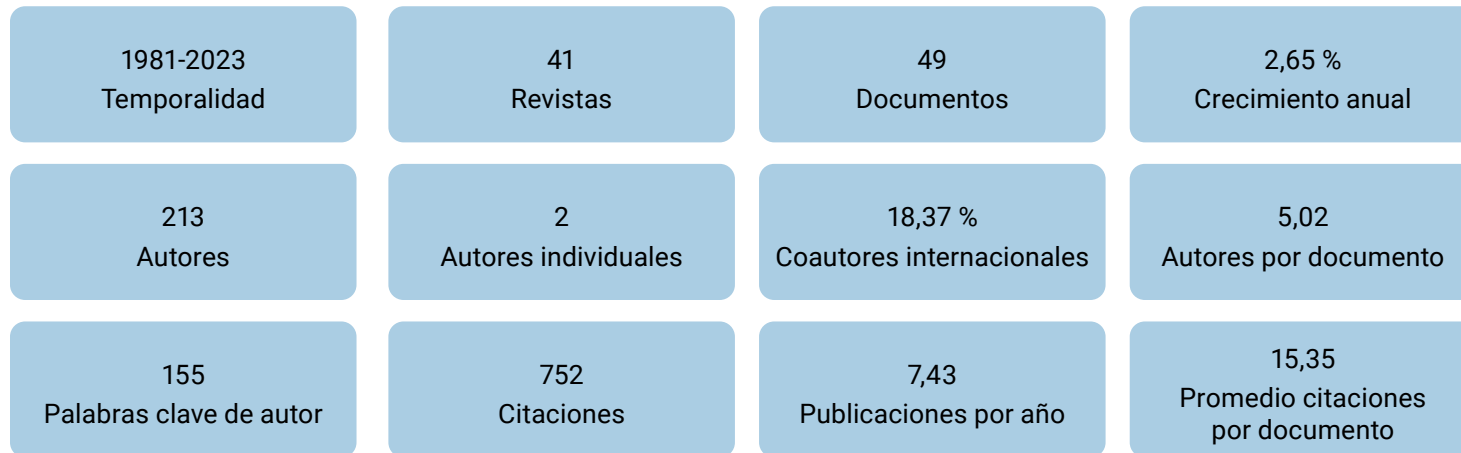
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.



## Manejo de enfermedades

Para el área temática manejo de enfermedades se recuperaron 48 publicaciones indexadas. El 91,7 % corresponde a artículos, el 6,3 % a conferencias y el 2,1 % a reviews (figura 43). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 44).

**Figura 43.** Información general del manejo de enfermedades en aguacate Hass.



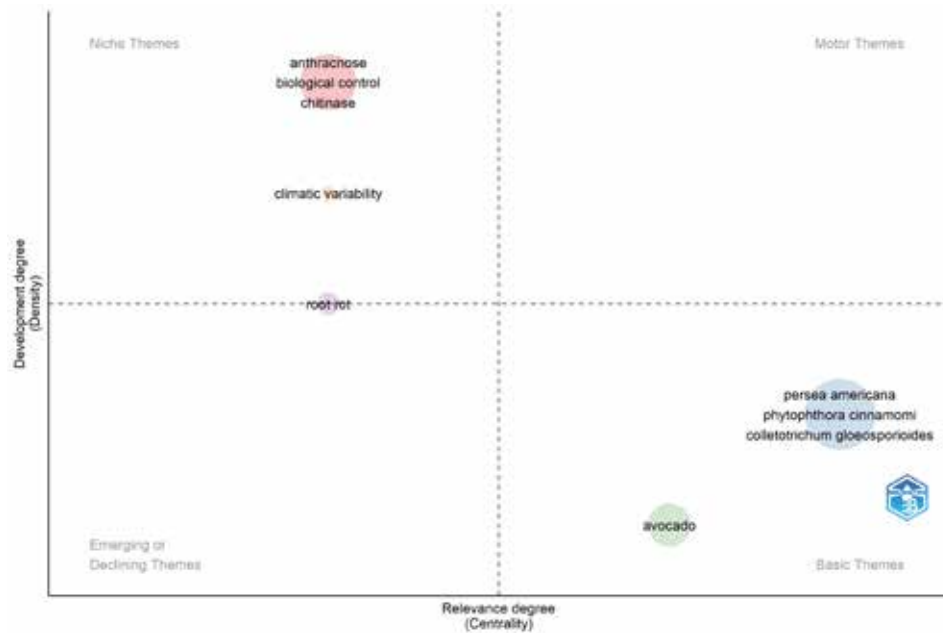
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®





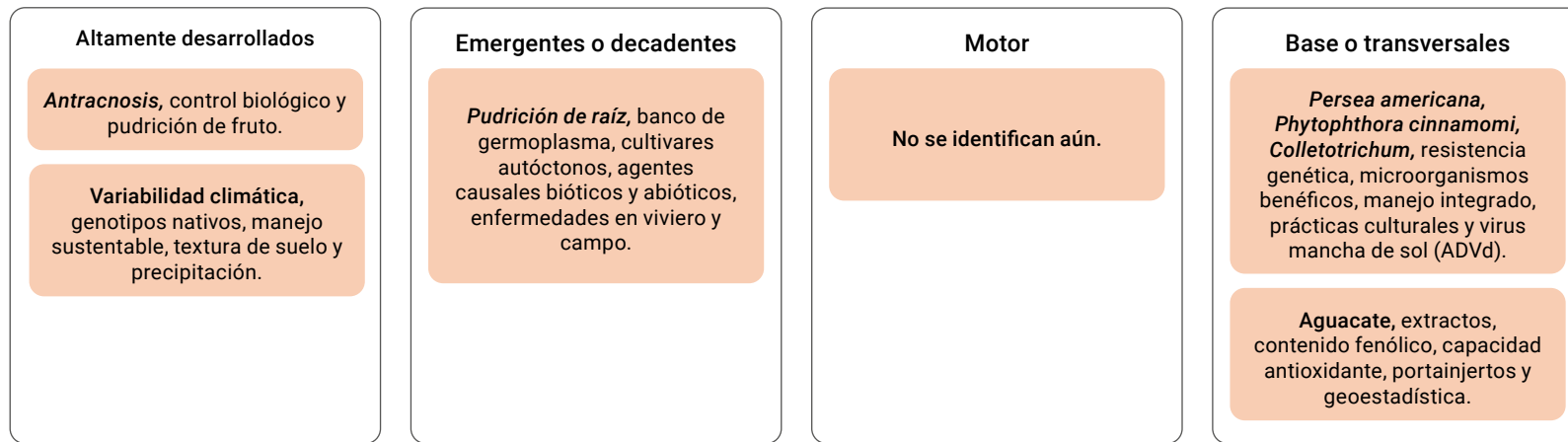
En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó 1 tópico en el cuadrante de altamente desarrollados, 1 en el cuadrante de emergentes o decadentes, ninguno como tópico motor y 2 tópicos base o transversales (figuras 45 y 46). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 530 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias de palabras clave programado de 3, a partir de lo cual el software identificó 41 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 4 clústeres (figura 47).

**Figura 45.** Mapa temático para el manejo de enfermedades en aguacate Hass.



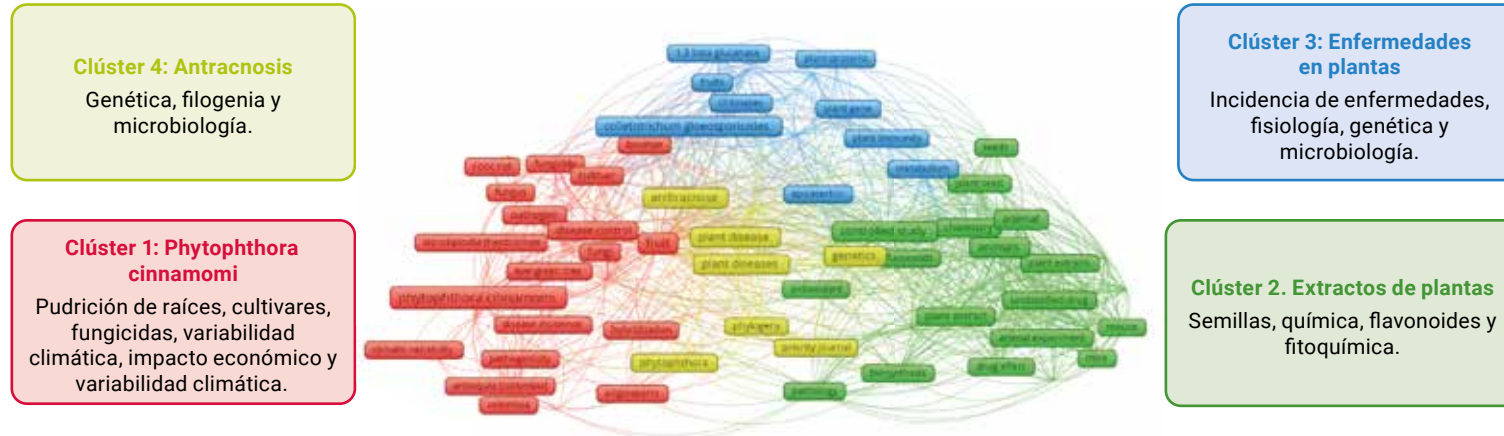
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

**Figura 46.** Temas identificados para manejo de enfermedades en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 47.** Red de coocurrencia de palabras clave para enfermedades en aguacate Hass.



Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software VOSviewer®.

## Mejoramiento genético y propagación

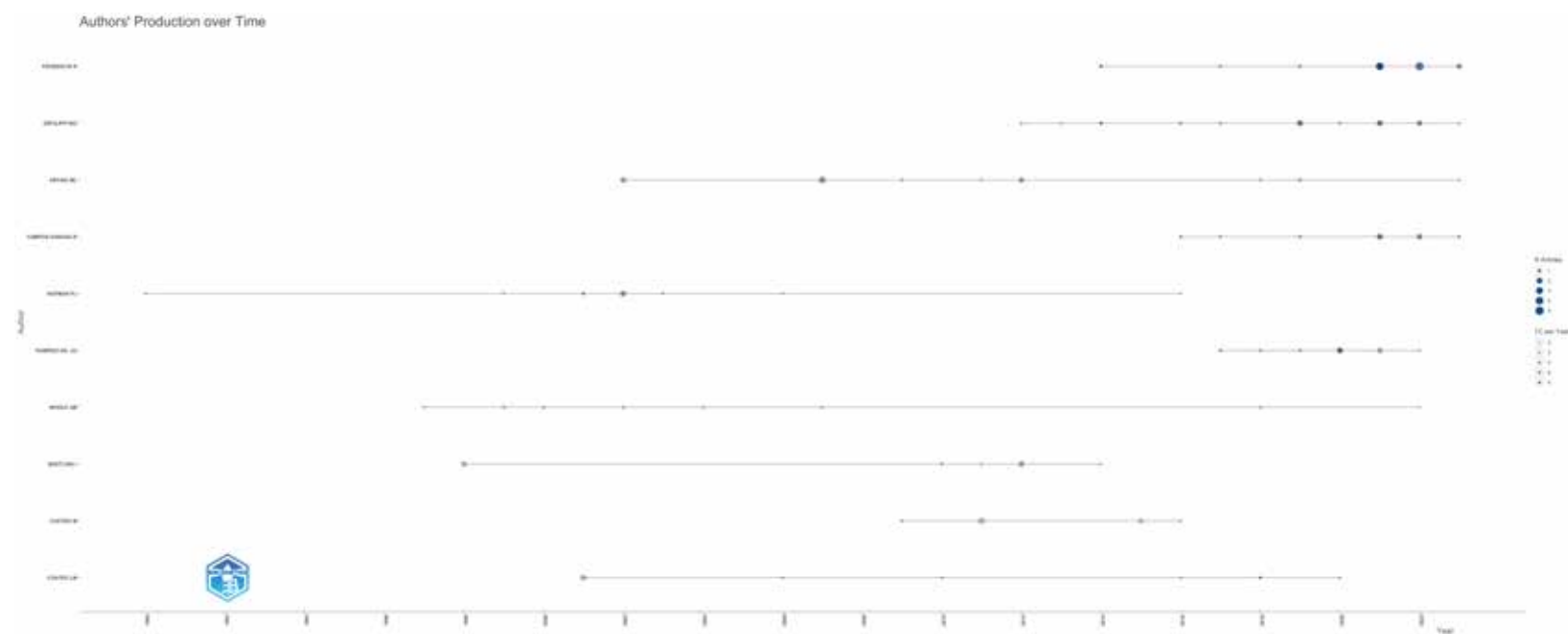
En el caso de esta área temática, se recuperaron 90 publicaciones indexadas. El 85,6 % corresponde a artículos, el 12,2 % a conferencias y el 2,2 % a reviews (figura 48). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 49).

**Figura 48.** Información general de mejoramiento genético y propagación en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®

**Figura 49.** Producción científica de los principales autores para mejoramiento y propagación en aguacate Hass.

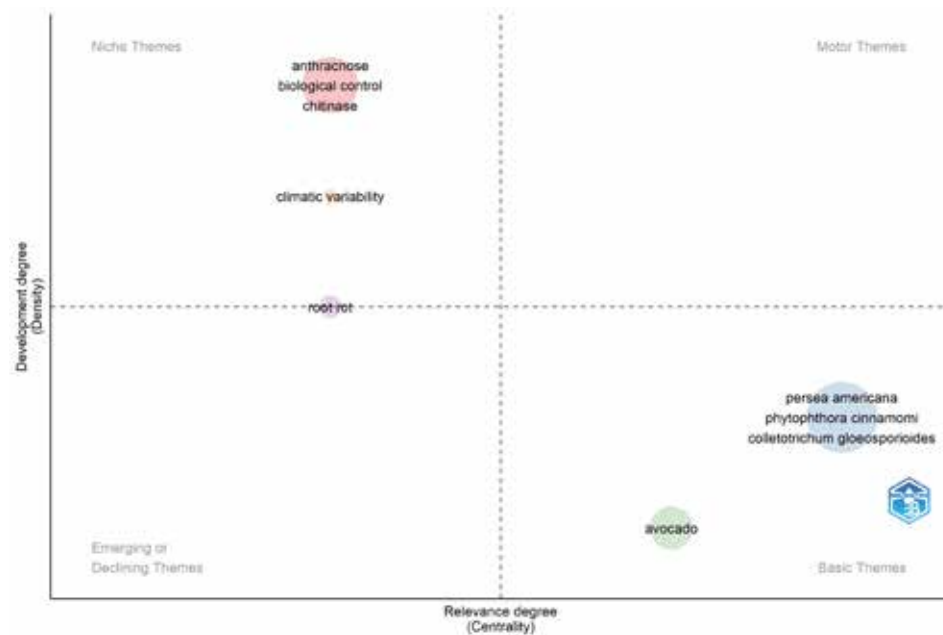


**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó 1 tópico en el cuadrante de altamente desarrollados, 1 en el cuadrante de emergentes o decadentes, ninguno como tópico motor y 2 tópicos base o transversales (figuras 50 y 51). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 2.609 palabras claves y un número mínimo de coocurrencias de palabra clave programado de 5, a partir de lo cual el software identificó 19 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 5 clústeres (figura 52).

**Figura 50.** Mapa temático para mejoramiento genético y propagación en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

**Figura 51.** Temas identificados para mejoramiento genético y propagación en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 52.** Red de coocurrencia de palabras clave para mejoramiento genético y propagación en aguacate Hass.

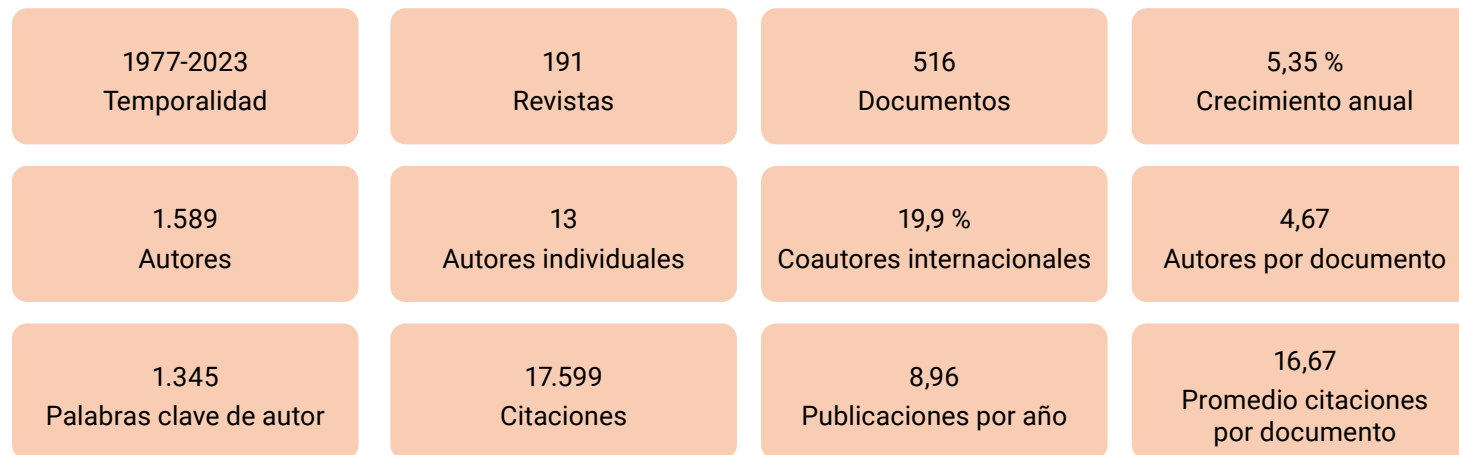


Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software VOSviewer®.

## Poscosecha

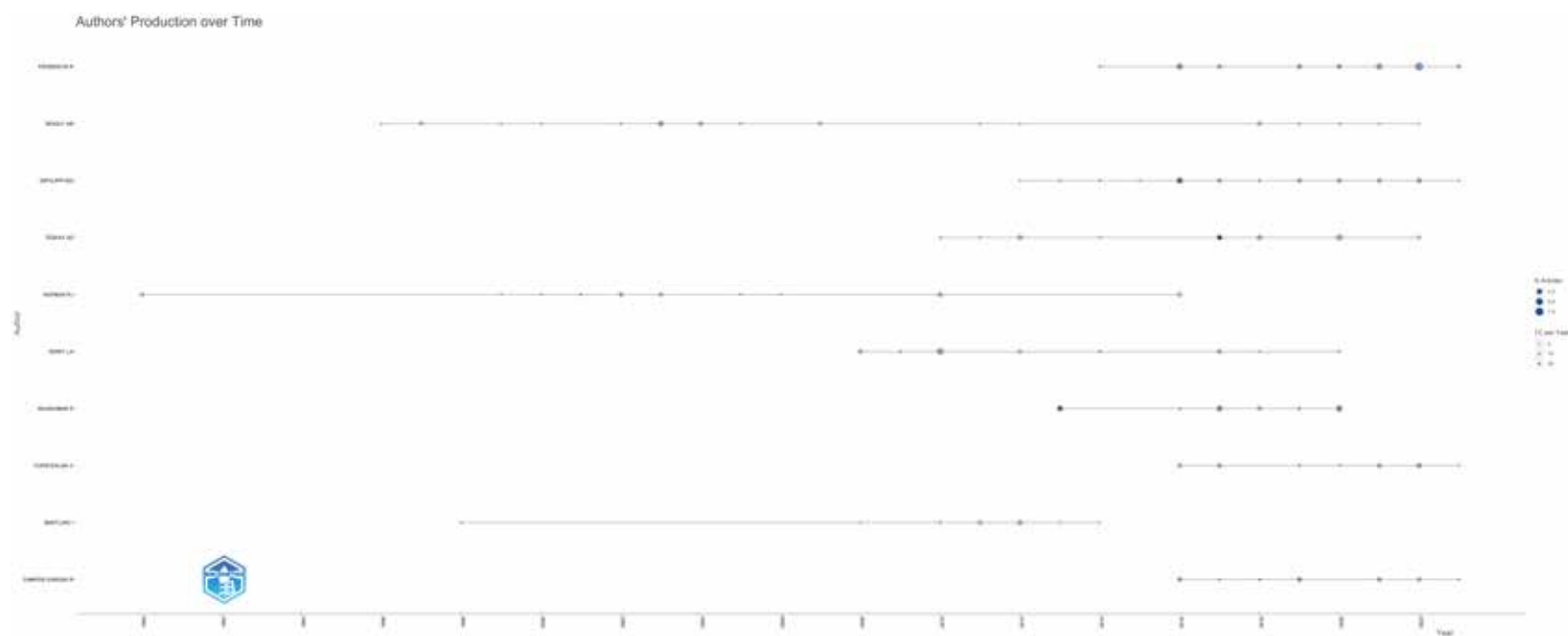
Para la temática de poscosecha se recuperaron 521 publicaciones indexadas, de las cuales 516 contenían los datos requeridos para ser analizadas. El 87,1 % corresponde a artículos, el 11,1 % a conferencias, el 1,2 % a reviews y el 0,6 % a capítulo de libro (figura 53). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada punto representa el número de artículos publicados en ese año (figura 54).

**Figura 53.** Información general para poscosecha en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®

**Figura 54.** Producción científica de los principales autores para poscosecha en aguacate Hass.

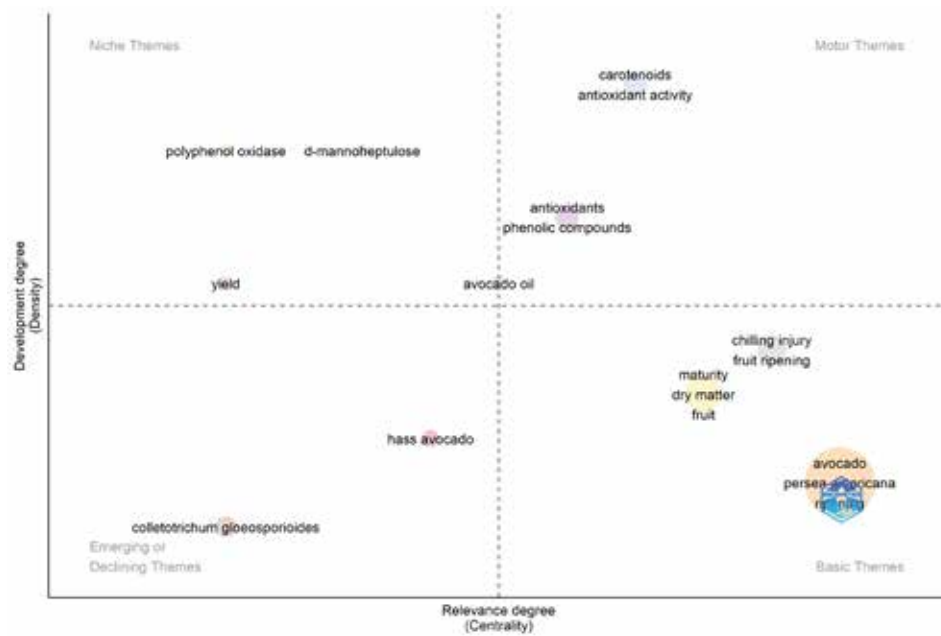


**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



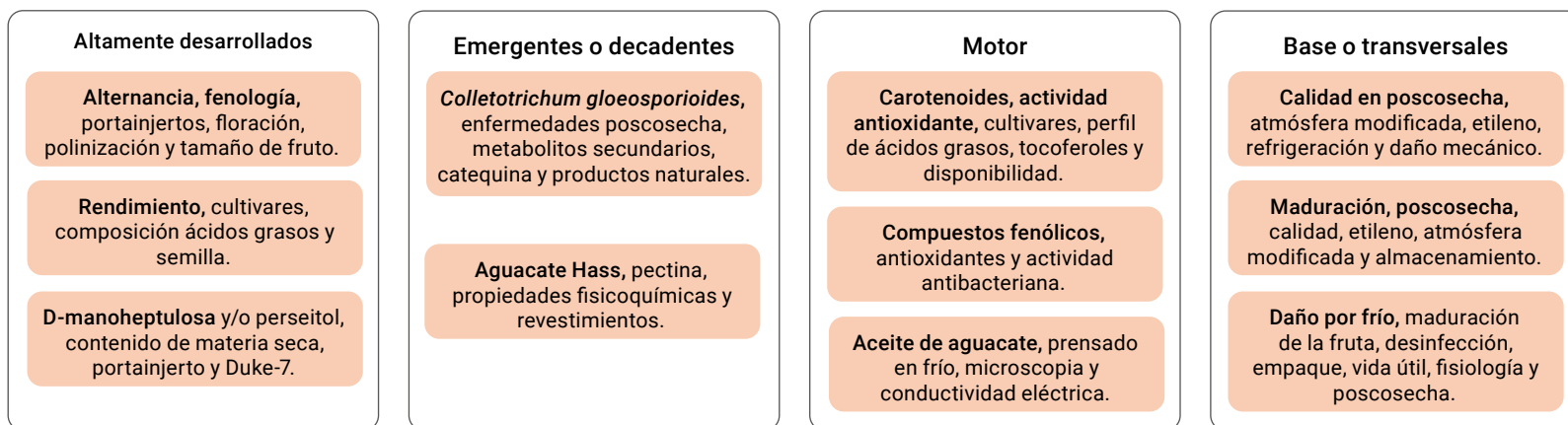
En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificaron 3 tópicos en el cuadrante de altamente desarrollados, 2 en el cuadrante de emergentes o decadentes, 3 como tópico motor y 3 tópicos base o transversales (figuras 55 y 56). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 2.803 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias de palabra clave programado de 7, a partir del cual el software identificó 112 palabras que cumplen con este criterio y generó la red de coocurrencia con 5 clúster (figura 57).

**Figura 55.** Mapa temático para poscosecha en aguacate Hass.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

**Figura 56.** Temas identificados para poscosecha en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.

**Figura 57.** Red de coocurrencia de palabras clave para poscosecha en aguacate Hass.



Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software VOSviewer®.



**Repositorios  
nacionales digitales  
de información**

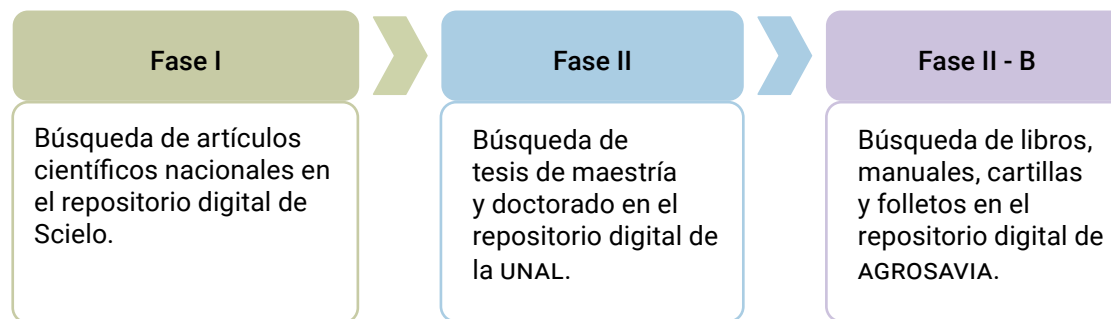
**E**n Colombia, diversas instituciones hacen investigación básica, aplicada y avanzada en el cultivo de aguacate Hass en las diferentes disciplinas que agrupan el sistema productivo. Su objetivo es explorar alternativas técnicas y tecnológicas que puedan ser llevadas a productores, asociaciones, asistentes técnicos y al gremio en general para mejorar el rendimiento y la productividad del cultivo en las regiones.

La compilación de la información disponible para el cultivo de aguacate Hass en Colombia se realizó para el periodo comprendido entre 2008 y 2023, con el término de búsqueda “aguacate Hass”, distribuida en dos fases (figura 58). La fase I corresponde al repositorio digital de la biblioteca científica electrónica Scielo, la cual reúne publicaciones científicas de algunos países de Latinoamérica y el mundo. Por su parte, la fase II está dividida en dos partes: el repositorio digital de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y el repositorio digital de AGROSAVIA, disponible en la Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia (BAC).



- Fase I: se buscaron artículos científicos publicados en Colombia en el recurso electrónico y repositorio digital Scielo, con el fin de conocer las investigaciones realizadas para el cultivo de aguacate Hass en todas las disciplinas de las ciencias agronómicas.
- Fase II: se buscaron tesis de maestría y doctorado disponibles en el repositorio digital de la Universidad Nacional de Colombia, así como manuales, cartillas y folletos publicados por AGROSAVIA que estuvieran disponibles en la Biblioteca Digital Nacional Agropecuaria de Colombia (BAC).

**Figura 58.** Fases de búsqueda en algunos repositorios digitales de producción científica para aguacate en Colombia.

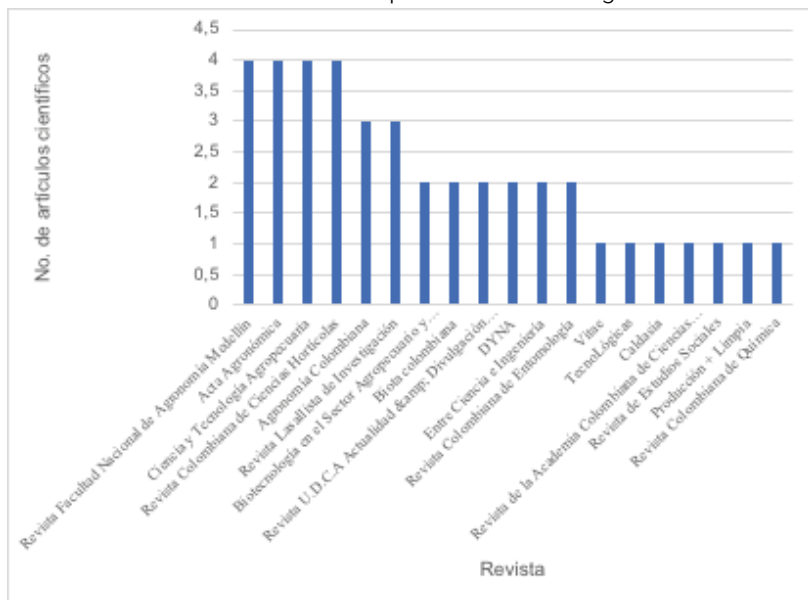


**Fuente:** Elaboración propia con base en la metodología descrita en el informe de vigilancia científica y tecnológica elaborado por AGROSAVIA.

## Repositorio digital Scielo

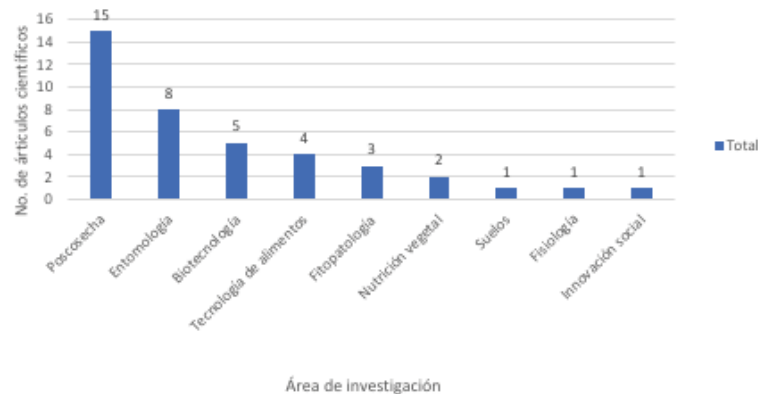
Para analizar la temática “aguacate Hass” se recuperaron 41 artículos científicos en revistas científicas nacionales. Se identificó que las revistas con mayor registro de publicación, de 2010 al 2023, en aguacate Hass son: *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín; *Acta Agronómica*; *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* y *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, con 4 artículos científicos cada una. Les siguen *Agronomía Colombiana* y *Revista Lasallista de Investigación*, con 3 artículos científicos, y, posteriormente, 6 revistas con un registro de publicación de 2 artículos científicos (figura 59).

**Figura 59.** Artículos científicos publicados en revistas científicas nacionales para el cultivo de aguacate Hass.



En el registro de publicación de artículos científicos de las revistas nacionales se identificaron 9 áreas de investigación. De estas, el área de poscosecha es la que mayor registro de publicaciones tiene, con 34,1 %, seguido de entomología, con 19,5 %, y biotecnología, con 12,1 % (figura 60). El área temática con mayor número de publicaciones es poscosecha, con 40 % de los registros; seguido del área nutrición vegetal, con 100 % de sus publicaciones en el año 2018, y entomología, con 25 %, en el año 2012.

**Figura 60.** Artículos científicos publicados por área de investigación en revistas nacionales para aguacate Hass.



**Fuentes:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

## Repositorio digital de la Universidad Nacional de Colombia y AGROSAVIA

### Universidad Nacional de Colombia

En el repositorio institucional de la biblioteca digital de la Universidad Nacional de Colombia, área tesis y disertaciones, se realizó la búsqueda para el término “aguacate Hass”, del 2011 al 2023, periodo en el cual se identificaron 27 tesis de maestría y 7 tesis de doctorado (tabla 4). En estos trabajos, que se distribuyen en las sedes de Bogotá, Medellín, Palmira y Manizales, se abordan 11 áreas de investigación del sistema productivo, entre las cuales “fitopatología” reporta el mayor número de publicaciones (26,4 %), seguido de nutrición vegetal y poscosecha (14,7 %) (figura 61).

En el 2018, el área de fitopatología presentó el mayor registro de las publicaciones de tesis, con una participación del 37,5 %, seguido de las áreas nutrición y poscosecha, en las cuales se evidencia que la mayor cantidad de registros de publicación fue en los años 2013 y 2017 (figura 62).

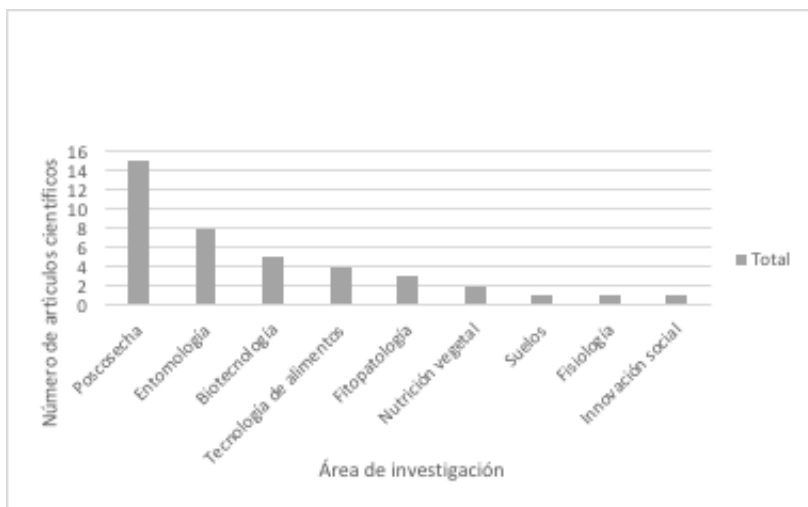
Finalmente, el mayor número de publicaciones de tesis de maestría y doctorado en las diferentes áreas de investigación para el sistema productivo de aguacate Hass en las cuatro sedes de la UNAL se presentó en el año 2017, con un registro del 20,58 %, seguido del año 2018, con el 14,70 % (figura 63).

**Tabla 4.** Número de tesis de posgrado en el repositorio digital de la UNAL entre 2011 y 2023

	Sede Bogotá	Sede Manizales	Sede Medellín	Sede Palmira	Total
Tesis de doctorado	0	1	2	4	7
Tesis de maestría	10	1	7	9	27

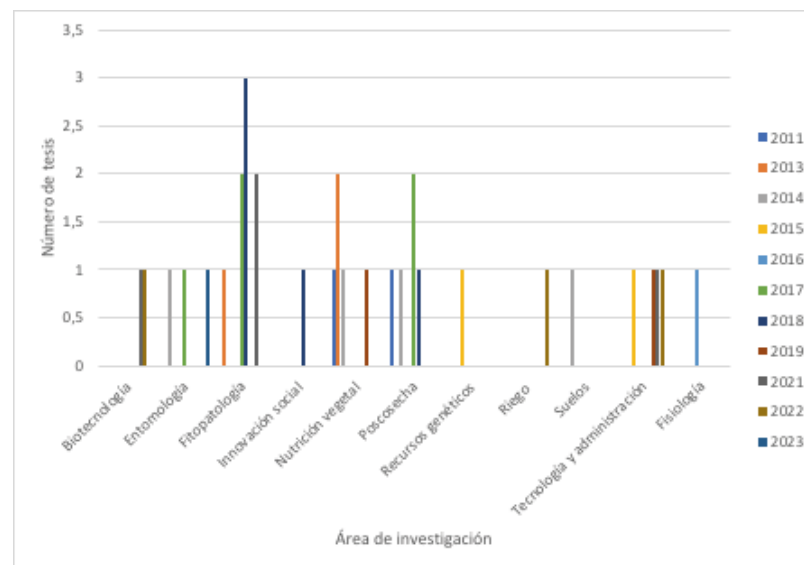
**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada del sistema de bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia el 4 de julio de 2023.

**Figura 61.** Áreas de investigación de las tesis de maestría y doctorado en la UNAL entre 2011 y 2023.



**Fuente:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

**Figura 62.** Áreas temáticas de las tesis de posgrado publicadas por año para aguacate Hass en la UNAL entre 2011 y 2023.



**Fuente:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

**Figura 63.** Tesis de posgrado publicadas para aguacate Hass en la UNAL entre 2011 y 2023.



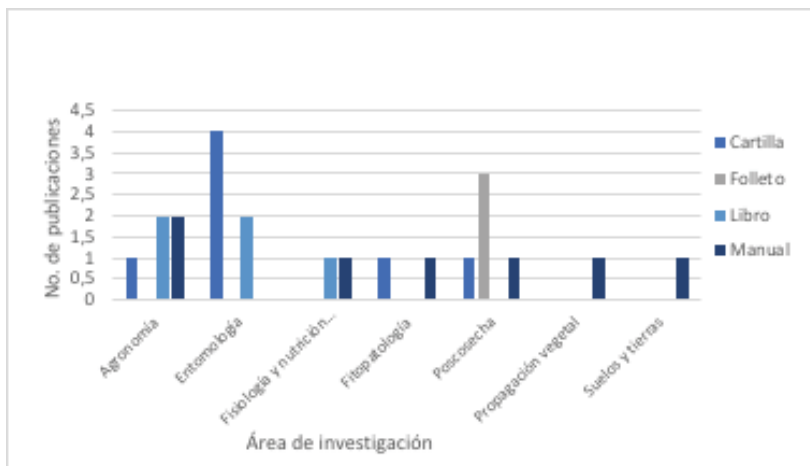
**Fuente:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

## AGROSAVIA

AGROSAVIA ha realizado diversas investigaciones en relación con el manejo agronómico en el cultivo de aguacate, entre ellas las relativas a la variedad Hass. Estos trabajos han sido publicados en artículos científicos, libros, manuales, cartillas y folletos, los cuales se encuentran disponibles en el repositorio digital de la BAC. Específicamente, entre 2005 y 2021 AGROSAVIA realizó 22 publicaciones, entre libros, manuales, cartillas y folletos relacionados con la temática. Las cartillas y manuales corresponden al 63,6 % (31,8 % cada una) del total, los libros al 22,7 % y los folletos al 13,7 %, distribuidos en 7 áreas de investigación: agronomía, entomología, fisiología y nutrición, fitopatología, poscosecha, propagación vegetal, suelos y tierras (figura 64). Al respecto, se debe tener en cuenta que el público objetivo de las cartillas y los manuales son los productores, asistentes técnicos y estudiantes.

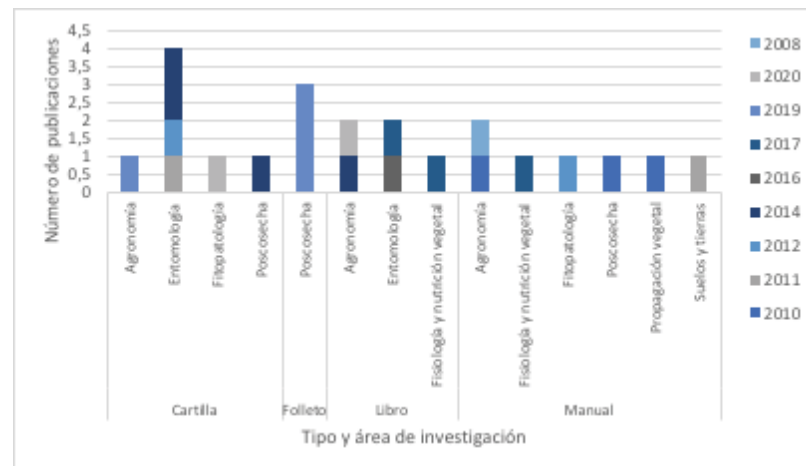
El área con mayor participación de publicaciones en cartillas es entomología (66,7 %), mientras que agronomía reportó la mayor participación para manuales (50 %) y las áreas de agronomía y entomología significaron el 40 % de la participación para libros (figura 65).

**Figura 64.** Publicaciones de AGROSAVIA por área de investigación para el sistema productivo de aguacate en Colombia.



**Fuente:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

**Figura 65.** Tipología de publicaciones de AGROSAVIA por área de investigación y año para aguacate.



**Fuente:** Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

## Documentación digital disponible en la Biblioteca Agropecuaria Digital de Colombia

La BAC recopila información producida por la AGROSAVIA y otras instituciones del sector en el país, así como de organizaciones internacionales. En relación con el cultivo de aguacate y cv. Hass, la BAC dispone libros, manuales, cartillas y folletos, los cuales pueden ser consultados vía internet desde la página <https://repository.agrosavia.co/>, o con los códigos QR que se encuentran a continuación (figura 66):

**Figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



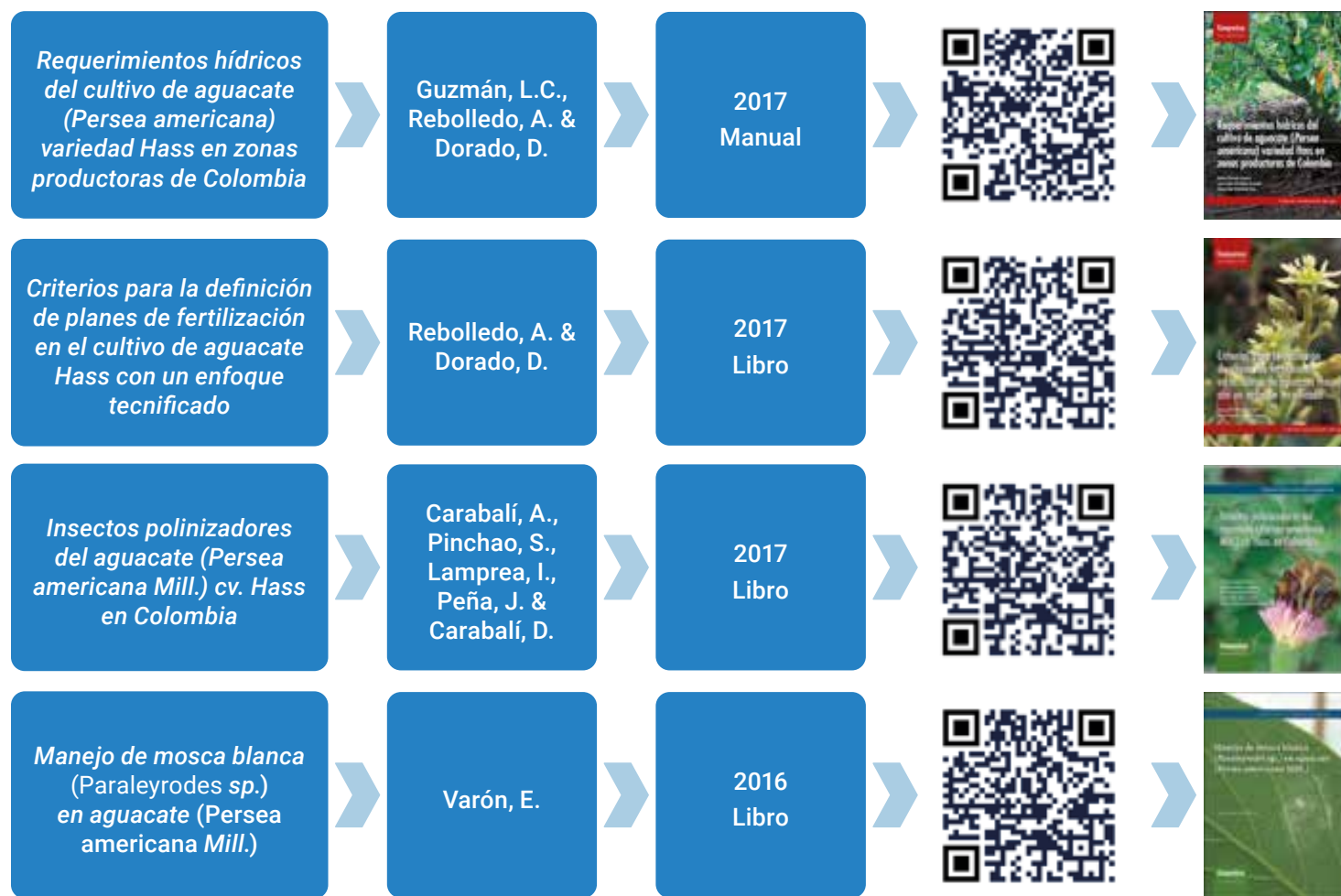
Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



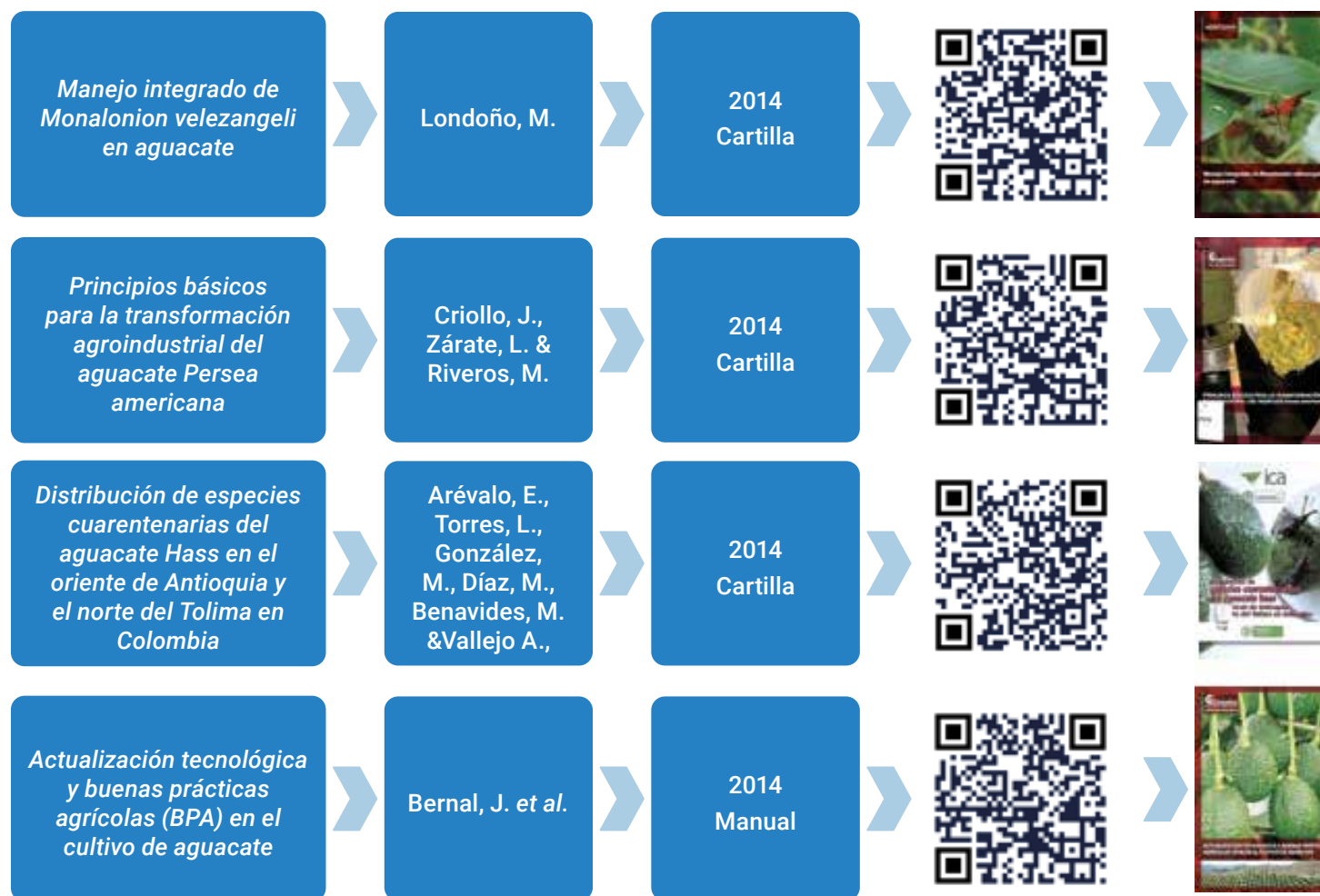
Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



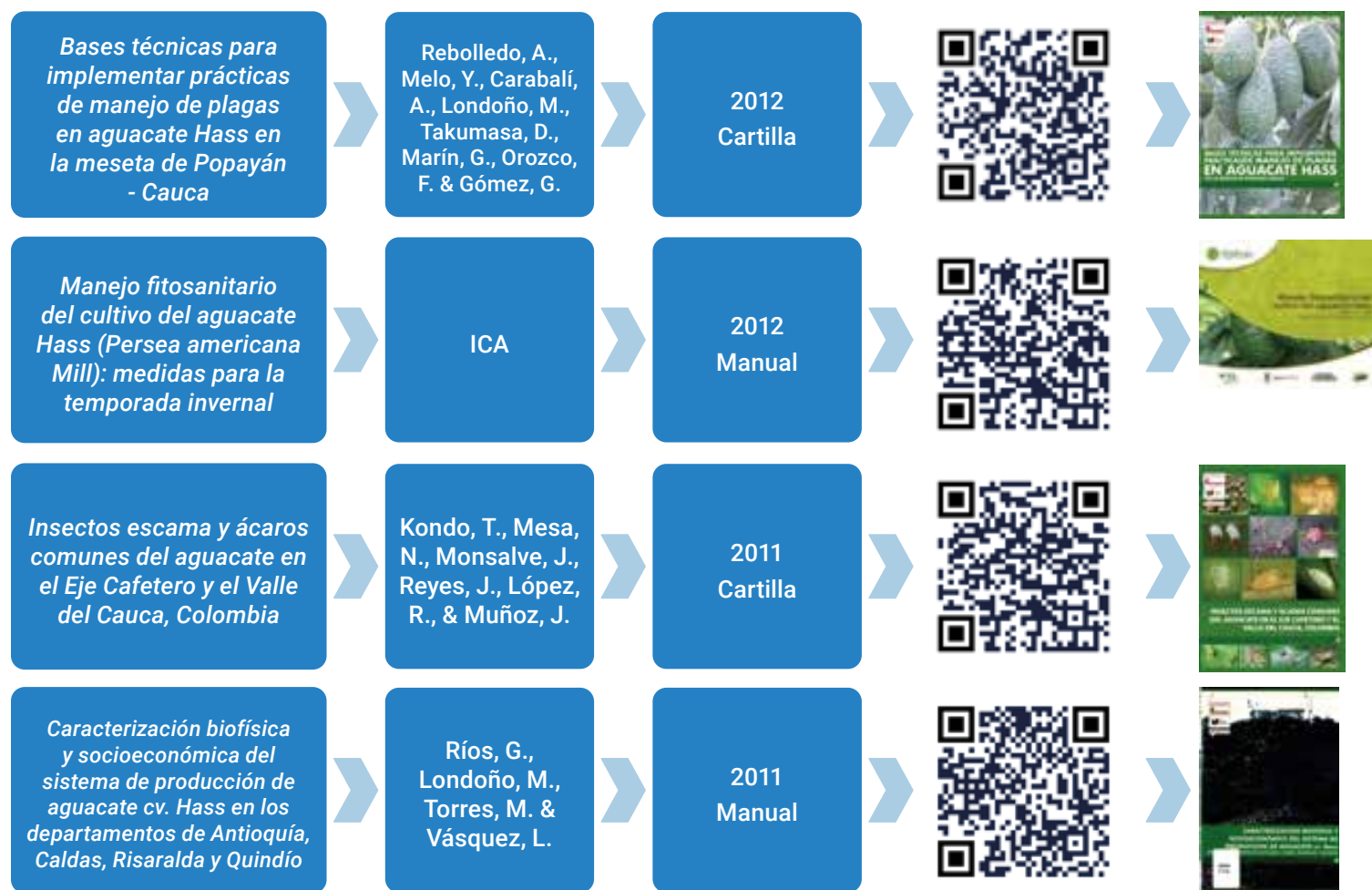
Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



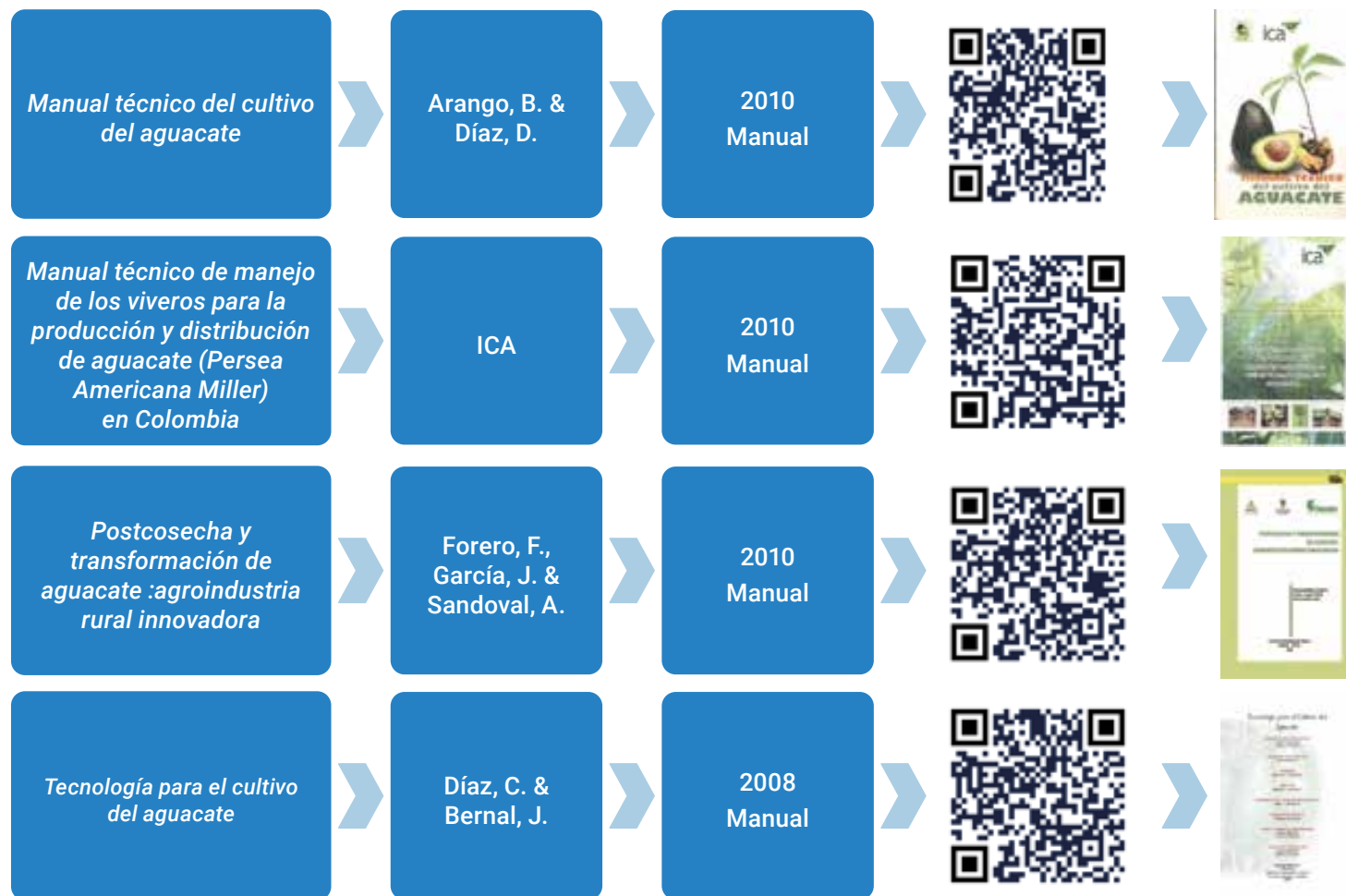
Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



Continúa en la página siguiente...

**Continuación figura 66.** Documentos disponibles en la BAC sobre el cultivo de aguacate



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información recuperada en julio de 2023 del repositorio digital de AGROSAVIA, disponible en la Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia.

**Oferta tecnológica  
de AGROSAVIA  
para aguacate**



La oferta tecnológica (OT) de AGROSAVIA se describe como las tecnologías, productos y servicios generados a partir de los resultados validados de I+D+i (investigación + desarrollo + innovación), que tienen utilidad y valor para los diferentes sistemas de producción en el país. Las ofertas tecnológicas incluyen recomendaciones tecnológicas y metodologías (oferta de tecnología), caracterizaciones (oferta de conocimiento), material vegetal y herramientas de apoyo a la producción agropecuaria (oferta de productos y servicios tecnológicos).

A continuación, se describen las OT para el cultivo de aguacate:

- Recomendaciones de monitoreo para manejo y vigilancia fitosanitaria de aguacate.
- Opciones tecnológicas para plagas cuarentenarias en aguacate.
- Manejo integrado de peca del aguacate.
- Estrategias de control de *Monalonion velezangeli* en aguacate.



## Recomendaciones de monitoreo para manejo y vigilancia fitosanitaria de aguacate

**Figura 67.** Polilla de la semilla del aguacate, *Stenoma catenifer*, y el picudo *Heilipus lauri* en aguacate.



Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en el repositorio digital de AGROSAVIA.

**Área temática:** manejo sanitario y fitosanitario.

**Cobertura geográfica:** región Andina.

**Descripción:** recomendación del uso de dos métodos de monitoreo para el registro del daño en frutos y poblaciones de adultos de la polilla de la semilla del aguacate, *Stenoma catenifer*, y el picudo *Heilipus lauri* (figura 67).

**Ventajas comparativas de la OT:** la implementación de la OT ha permitido reducir hasta el 50 % de las pérdidas de frutos en cosecha y el 20 % del número de aplicaciones de insecticidas utilizados en el control.

**Consulte mayor información en:** [https://youtu.be/BxW-\\_nhgoPM](https://youtu.be/BxW-_nhgoPM)

## Opciones tecnológicas para plagas cuarentenarias en aguacate

**Figura 68.** Insectos plaga cuarentenarios que se alimentan de la pulpa y la semilla en distintos genotipos de aguacates.



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información disponible en el repositorio digital de AGROSAVIA.

**Área temática:** manejo sanitario y fitosanitario.

**Cobertura geográfica:** región Andina.

**Descripción:** recomendaciones para reducir el daño y mantener zonas de baja prevalencia de la polilla de la semilla *S. catenifer* y los picudos *H. lauri* y *H. trifasciatus*, insectos plaga cuarentenarios que se alimentan de la pulpa y la semilla en distintos genotipos de aguacates y presentan una distribución generalizada (figura 68).

**Ventajas comparativas de la OT:** el conjunto de prácticas culturales y sostenibles con el medioambiente en el manejo de las plagas cuarentenarias del cultivo de aguacate pueden llegar a reducir hasta el 95 % de los frutos perforados. Con el uso de estas recomendaciones se pueden mantener zonas de baja prevalencia de las plagas cuarentenarias y disminuir los costos en la mano de obra y el uso de insumos (insecticidas).

**Consulte mayor información en:** [https://youtu.be/BxW-\\_nhgoPM](https://youtu.be/BxW-_nhgoPM)

## Manejo integrado de peca del aguacate

**Figura 69.** Peca o mancha negra del fruto de aguacate.



Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en el repositorio digital de AGROSAVIA.

**Área temática:** manejo sanitario y fitosanitario.

**Cobertura geográfica:** región Andina.

**Descripción:** recomendaciones para reducir los daños ocasionados por la enfermedad denominada peca o mancha negra del fruto (*Pseudocercospora purpurea*) y mejorar la calidad y presentación de los frutos en el mercado (figura 69).

**Ventajas comparativas de la OT:** mediante tres tipos de manejo, químico, cultural y varietal, se reduce la incidencia y severidad de la enfermedad y un aumento en la rentabilidad en el cultivo para el productor.

**Consulte mayor información en:** <https://youtu.be/1A5BnaPdEJ4>  
<https://youtu.be/4WXSCJq4NFE>  
<https://youtu.be/PEscptmSHoo>

## Estrategias de control de *Monalonia velezangeli* en aguacate

Figura 70. *Monalonia velezangeli* en el cultivo de aguacate.



Fuente: Elaboración propia con base en la información disponible en el repositorio digital de AGROSAVIA.

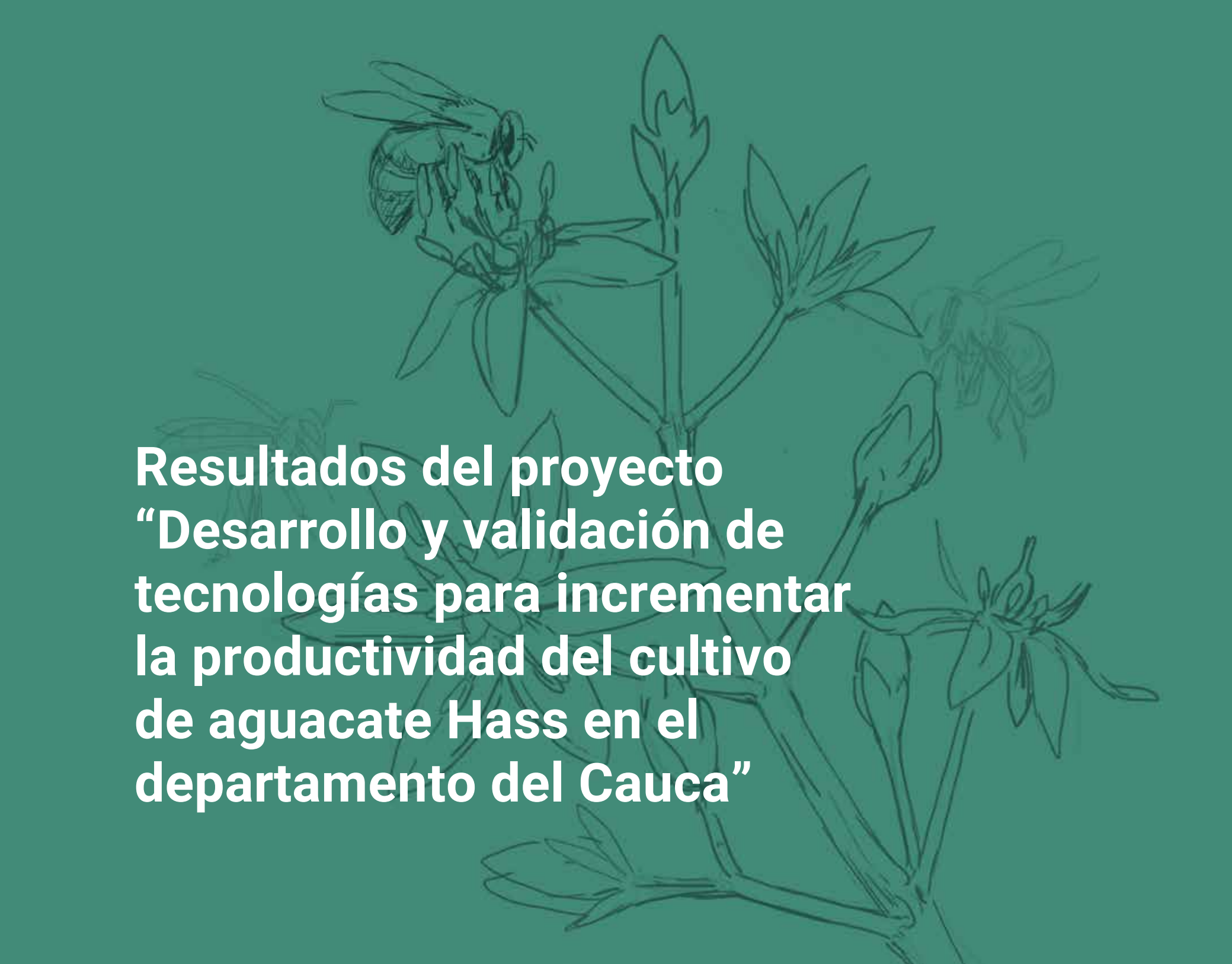
**Área temática:** manejo sanitario y fitosanitario.

**Cobertura geográfica:** región Andina.

**Descripción:** recomendaciones para el manejo de *Monalonia velezangeli* basadas en estrategias con productos biológicos, extractos vegetales y químicos comerciales de nueva generación (figura 70).

**Ventajas comparativas de la OT:** el uso de esta tecnología proporciona al productor alternativas de manejo limpio de esta plaga, lo cual permite producir más fruta de calidad y acceder a los mercados internacionales con aguacate que tenga una baja carga de insecticidas.

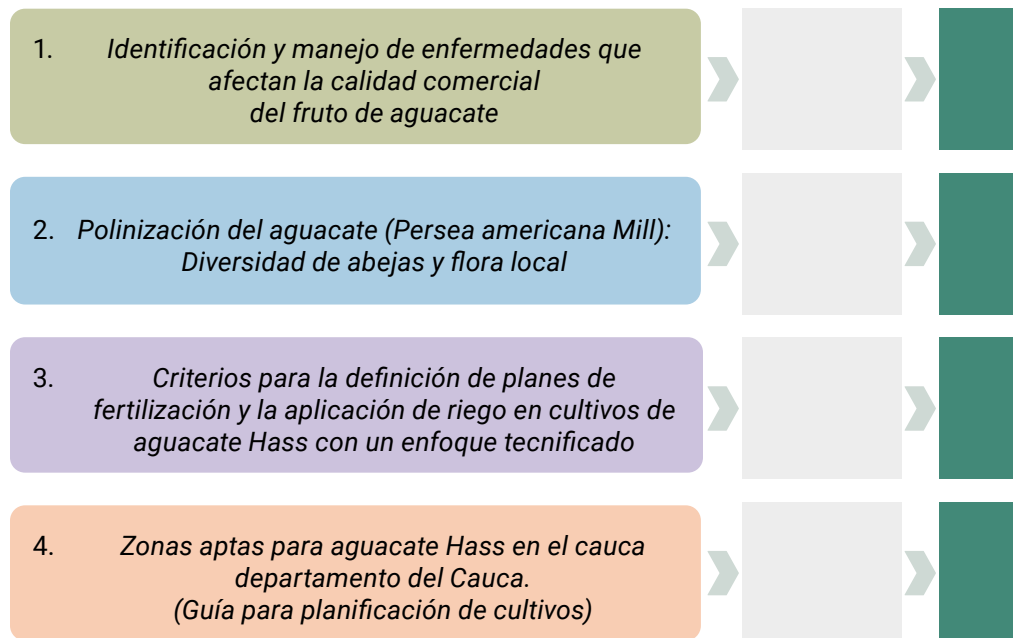
**Consulte mayor información en:** <https://youtu.be/dDmnn2fp6H4>

A line drawing of an avocado flower with a bee on it, set against a teal background. The drawing shows the intricate details of the flower's petals, stamens, and the bee's body and wings. The text is overlaid on the left side of the image.

**Resultados del proyecto  
“Desarrollo y validación de  
tecnologías para incrementar  
la productividad del cultivo  
de aguacate Hass en el  
departamento del Cauca”**

El proyecto desarrolló y validó tecnologías orientadas a la implementación de prácticas de manejo fitosanitario, riego y nutrición, así como manejo de poscosecha, para mejorar el nivel de tecnificación del cultivo e incrementar su potencial productivo a partir del conocimiento del territorio y de las condiciones aptas para el cultivo. De esta manera, busca contribuir al fortalecimiento del Subsistema Nacional de Extensión Agropecuaria mediante libros de análisis, manuales y cartillas que pueden ser consultados en la BAC (<https://www.agrosavia.co/biblioteca>). Las figuras 71 a 73 detallan los productos elaborados en el marco del proyecto.

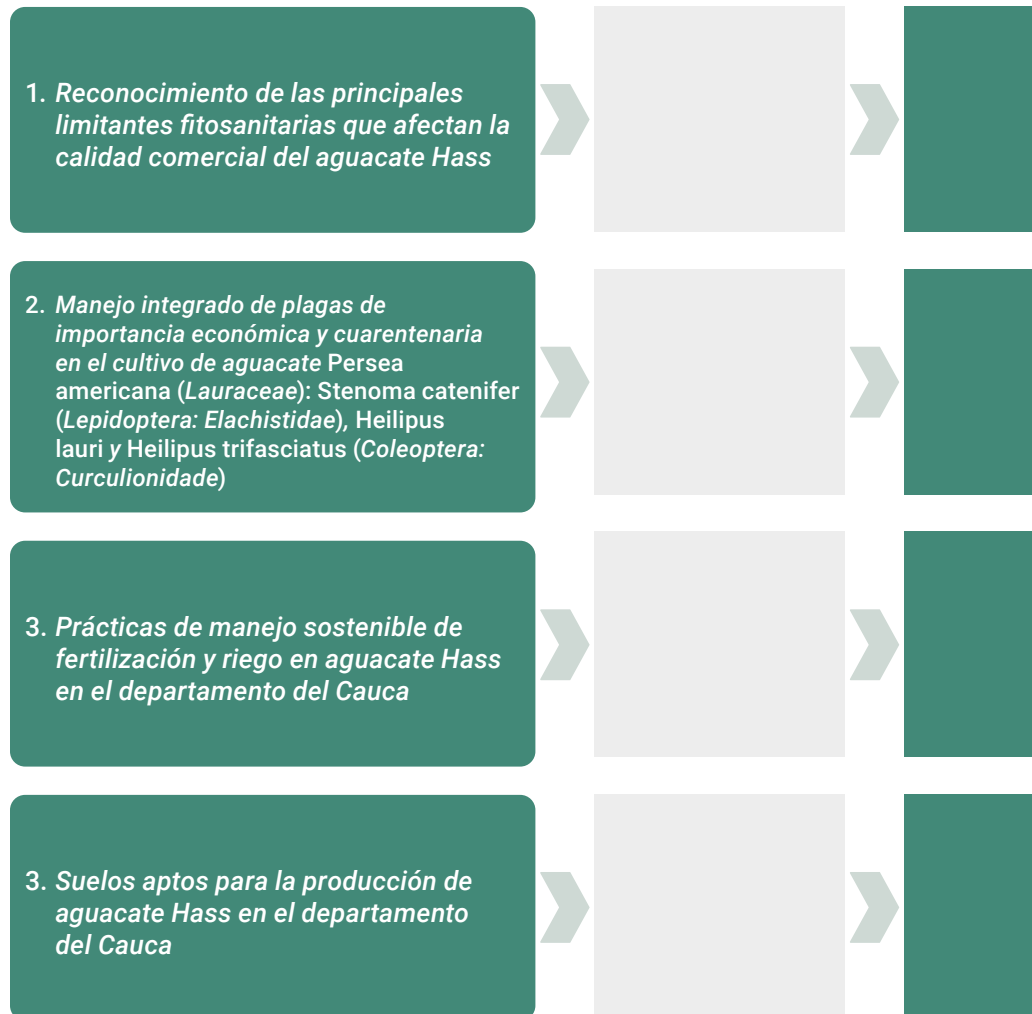
**Figura 71.** Libros de análisis generados en el proyecto



**Fuente:** Elaboración propia con base en la información entregada por la Editorial AGROSAVIA.

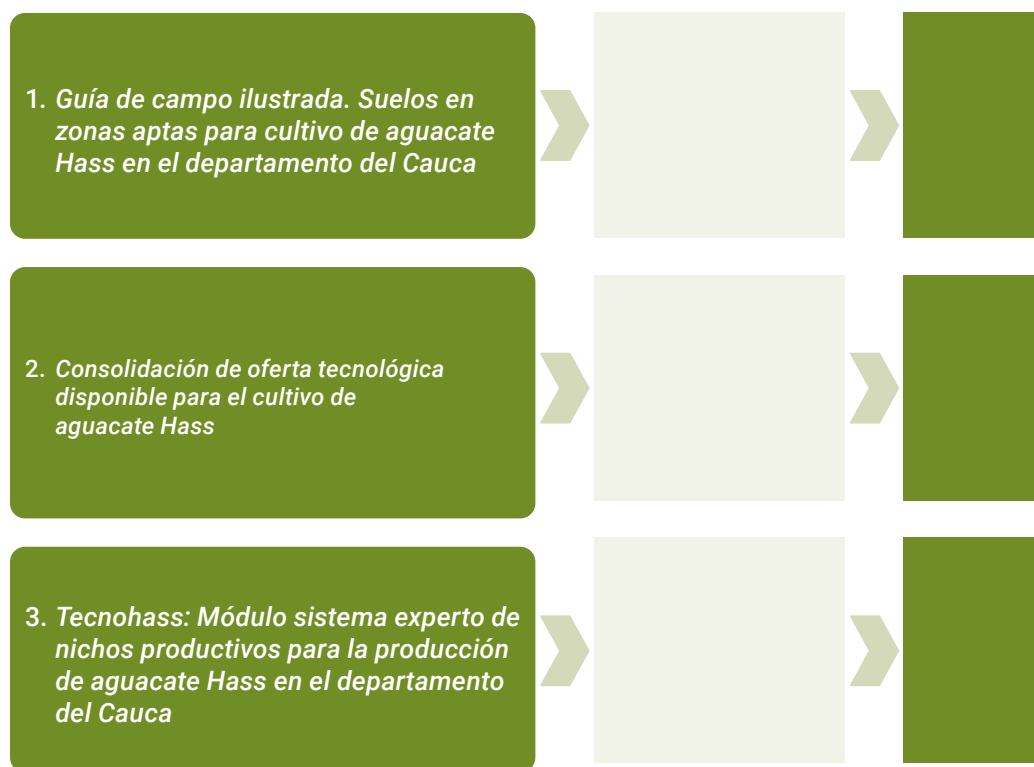


**Figura 72.** Manuales generados en el proyecto



Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por la Editorial AGROSAVIA.

**Figura 73.** Cartillas generadas en el proyecto.



Fuente: Elaboración propia con base en la información entregada por la Editorial AGROSAVIA.

También se creó la plataforma tecnológica para el desarrollo del cultivo de aguacate Hass (TECNOHASS), la cual corresponde a un sistema de información para la toma de decisiones en la planificación, establecimiento y manejo agronómico del cultivo. Esta herramienta tecnológica tiene como base los resultados de investigación alcanzados en el marco del proyecto “Desarrollo



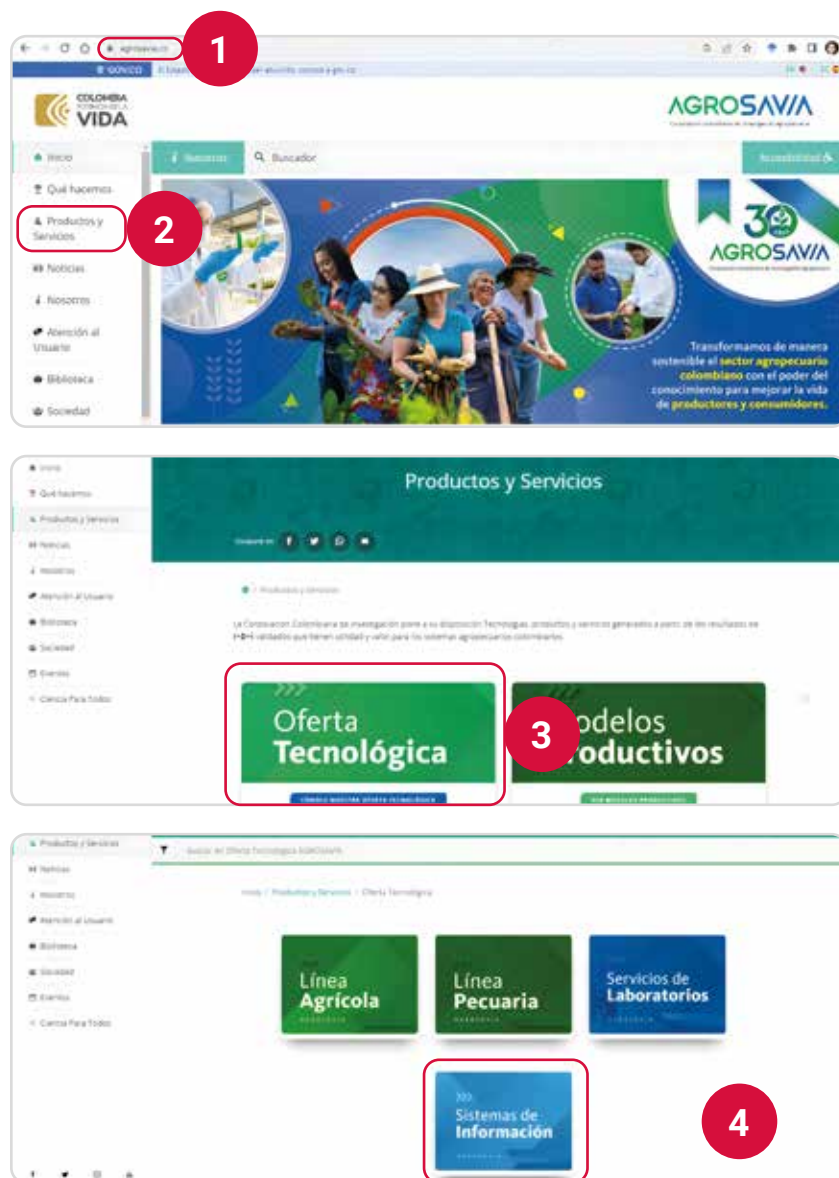
y validación de tecnologías para el mejoramiento de la productividad y calidad de aguacate Hass”, para el área de influencia de municipios productores en el departamento del Cauca (Colombia), entre los cuales se incluyen: Cajibío, Caldono, Caloto, Corinto, El Tambo, Morales, Popayán, Sotará, Timbío y Toribío.

En esta plataforma se integran tres módulos correspondientes a temáticas relacionadas con la planificación y gestión del cultivo de aguacate Hass: 1) la evaluación de tierras o zonas aptas para el cultivo; 2) la nutrición del cultivo y riego, y 3) manejo de plagas cuarentenarias. Cada módulo opera de manera independiente, de acuerdo con el tipo de interés del usuario y la disponibilidad de los datos requeridos para la consulta, lo cual permite la gestión de información en una misma herramienta tecnológica, que puede ser consultada mediante equipos de cómputo o dispositivos móviles a través de la app store para iPhone o Google Play Store para Android.

La plataforma se encuentra disponible para los usuarios en la página de AGROSAVIA) siguiendo esta ruta:

1. Ingrese a la página de agrosavia: <https://www.agrosavia.co/>
2. Seleccione la pestaña Productos y servicios.
3. Haga clic en la ventana Oferta tecnológica.
4. Elija la ventana Sistemas de información: <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/sistemas-de-informaci%C3%B3n> (figura 74).

Figura 74. Ruta de acceso de la plataforma



Fuente: Pantallazo de la plataforma TECNOHASS.

5. Diríjase al sitio TECNOHASS.
6. Lea la política de privacidad y condiciones de uso. Si está de acuerdo, seleccione la casilla Acepto que encontrará al final.
7. Registre y autentique los datos de su usuario y predio (figura 75).

**Figura. 75.** Registro y autenticación de datos en la plataforma.



Fuente: Pantallazo de la plataforma TECNOHASS.

8. En los componentes plataforma encontrará estas opciones, de acuerdo con su interés:
  - a) Nichos productivos;
  - b) Fertilización y riego;
  - c) Control de plagas (figura 76).

**Figura. 76.** Acceso a las opciones de servicios que presta la plataforma.

