COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Consolidación de la oferta tecnológica disponible para el cultivo de aguacate Hass



Diana Lucía Correa Moreno | Elizabeth Narváez Toro
Diego Hernando Flórez Martínez | Lina Vanessa Garavito Morales

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE AGUACATE HASS EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

Gobernación del Cauca

42 Motivos para avanzar

SGR SISTEMA GENERAL DE REGALÍAS
Más para Todos

Consolidación de la oferta tecnológica disponible para el cultivo de aguacate Hass

AUTORES

Diana Lucía Correa Moreno

Elizabeth Narváez Toro

Diego Hernando Flórez Martínez

Lina Vanessa Garavito Morales

AGROSAVIA
Centro de Investigación, Palmira
2023

Consolidación de la oferta tecnológica disponible para el cultivo de aguacate Hass. / Diana Lucía Correa Moreno [y otros tres]. -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2023.

118 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas y gráficos.
1. Persea americana 2. Bibliometría 3. Información bibliográfica 4. Herramientas de extensión digital 5. Evaluación 6. Tendencias I. Correa Moreno, Diana Lucía II. Narváez Toro, Elizabeth III. Flórez Martínez, Diego Hernando IV. Garavito Morales, Lina Vanessa.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA
Centro de Investigación Tibaitatá,
Mosquera – Cundinamarca. Código postal 250047 Colombia.

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca", ejecutado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, el cual fue financiado con recursos públicos del Sistema General de Regalías del departamento del Cauca, convenio 1929. La Gobernación del Cauca, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad, respaldó la ejecución de este proyecto, al igual que las asociaciones de productores conformadas en los municipios de Piendamó, Cajibío, Morales, Caldono, Sotará, Timbío, El Tambo, Popayán, Caloto, Corinto y Toribío.

Colección: Alianzas AGROSAVIA
Tipología: Cartilla
Primera edición, noviembre de 2023
Primera impresión: XXXX
Preparación editorial
Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co

Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez
Edición: Felipe Solano Fitzgerald
Corrección de estilo: Alejandro Ladino
Diseño y diagramación: Diana Murcia
Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado
Impresión: DGP Editores S. A. S.
Impreso en Bogotá, Colombia, noviembre de 2023
Printed in Bogotá

Citación sugerida: Correa-Moreno, D. L., Narváez Toro, E., Flórez Martínez, D. H., & Garavito-Morales, L. V. (2023). *Consolidación de la oferta tecnológica disponible para el cultivo de aguacate Hass*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Área de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/



Contenido

Agradecimientos 7
Presentación. 9
Introducción 11

Capítulo I. Tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca 14

Capítulo II. Caracterización de la cadena de aguacate e identificación participativa de limitantes tecnológicos en el departamento del Cauca 20

Capítulo III. Vigilancia científica y tecnológica 32

Aguacate Hass 37
Suelos, fertilización y riego 49
Agricultura 4.0 53
Gestión de tierras 57
Manejo de plagas 62
Manejo de enfermedades 66
Mejoramiento genético y propagación 70
Poscosecha 74



Repositorios nacionales digitales de información **78**
Repositorio digital Scielo. 81
Repositorio digital de la Universidad Nacional de Colombia y agrosavia 82
Oferta tecnológica de agrosavia para aguacate **92**
Recomendaciones de monitoreo para manejo y vigilancia fitosanitaria de aguacate 94
Opciones tecnológicas para plagas cuarentenarias en aguacate 95
Manejo integrado de peca del aguacate. 96
Estrategias de control de *Monalonion velezangeli* en aguacate 97
Resultados del proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca" **98**

Referencias 105



Agradecimientos

Los autores y La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA agradecen al Sistema General de Regalías, a la Gobernación del Cauca y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por la financiación con recursos públicos de esta publicación mediante el proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca". Asimismo, a los agricultores de los municipios de ejecución y equipo técnico de los centros de investigación Palmira y La Selva de AGROSAVIA, que apoyaron actividades de investigación, vinculación y validación en el departamento del Cauca, y permitieron generar este documento.





Presentación

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA es una entidad pública descentralizada, indirecta, de carácter científico y técnico, con participación mixta, sin ánimo de lucro y regida por las normas de derecho privado, cuyo propósito es trabajar en la generación de conocimiento científico y desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría. En otra instancia, la Corporación tiene la finalidad de mejorar la competitividad de la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología, la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica en Colombia, así como contribuir a elevar la calidad de vida de la población a partir del trabajo en siete redes de innovación: 1) frutales, 2) raíces y tubérculos, 3) hortalizas y plantas aromáticas, 4) ganadería y especies menores, 4) cultivos transitorios y agroindustriales, 6) cultivos permanentes y 7) cacao.

Actualmente, la información que AGROSAVIA aporta al conocimiento académico y científico se encuentra disponible a través de diferentes herramientas digitales, las cuales deben ser gestionadas de manera eficiente



para que los aportes de la Corporación respondan a las necesidades del usuario y sean visibles en los diferentes mecanismos de búsqueda. En este sentido, es importante identificar y caracterizar las tendencias de investigación en temáticas clave de los diferentes sistemas de producción agrícola mediante el análisis consensuado con actores y expertos, así como con el apoyo de herramientas tecnológicas que facilitan la búsqueda de información. De esta manera se puede identificar información sobre tecnologías y tópicos de investigación que contribuyan a establecer técnicas y métodos eficientes de manejo, así como de valor agregado al producto final, para mejorar la productividad y competitividad de los cultivos.

Esta cartilla, dirigida a productores y asistentes técnicos en zonas productoras del departamento del Cauca, es una contribución al proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca", ejecutado por AGROSAVIA y financiado por el Sistema General de Regalías y la Gobernación del Cauca. Uno de sus objetivos es consolidar la oferta tecnológica disponible para cultivos de aguacate Hass, identificar la tecnología que puede responder a las limitantes específicas que tiene el sistema de producción y establecer los dominios de recomendación en nichos productivos del departamento del Cauca (Colombia).

Mediante un análisis de tendencias en investigación mundial a julio de 2023, este documento provee insumos para visualizar y entender las áreas de conocimiento que pueden hacer aportes importantes al desarrollo tecnológico mundial y regional, así como los temas emergentes que proyectan nuevas oportunidades de mejoramiento, no solo del sistema de producción, sino también de valor agregado a la producción del cultivo. Asimismo, se describen los recursos bibliográficos disponibles y la oferta tecnológica generada por AGROSAVIA que contribuyen al desarrollo del cultivo de aguacate Hass.



Introducción

El cultivo de aguacate *Persea americana* var. Hass se ha posicionado como uno de los cultivos más importantes para Colombia, que se considera el segundo país productor en el mundo, con una producción de 979.618 t/año-1 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [fao], 2021), un rendimiento promedio de 10,5 t/ha-1 y un área establecida de 94.107 ha (Agronet, 2021). Los departamentos con mayor rendimiento promedio son: Antioquia, con una participación del 48 % y un rendimiento de 17 t/ha-1, seguido de Risaralda y Caldas, respectivamente (Asociación Nacional de Comercio Exterior [Analdex], 2022; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [madr], 2021).

El departamento del Cauca participa con el 1 % de la producción nacional, representada en 9.891 t/año-1 y un rendimiento promedio de 8,8 t/ha-1, por debajo del promedio nacional (Agronet, 2021) y uno de los más bajos de país. La baja competitividad del sistema de producción, por un lado, y la aplicación de modelos tecnológicos que no son acordes con la oferta ambiental ni con la demanda real a nivel local, por otro, dificultan que los productores amplíen las áreas y hagan un manejo sostenible del cultivo.



Durante la ejecución del proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca," en el marco de la actividad 3, "Consolidación de la oferta tecnológica disponible de cultivos de aguacate Hass para la identificación de tecnología requerida y dominios de recomendación en nichos productivos en el departamento del Cauca", se realizaron otras actividades que permitieron reconocer el contexto del sector productivo de aguacate en el departamento, así como identificar los limitantes del sistema de producción. Con base en la información recogida se hizo una revisión bibliométrica mundial y regional para hallar alternativas de solución a las problemáticas reconocidas en cada territorio. En este análisis se usaron estos insumos:

1. La tipificación de productores, basada en datos de la encuesta de caracterización de productores realizada en 2019, mediante metodologías de clusterización.
2. La caracterización de la cadena de aguacate y la identificación participativa de los limitantes tecnológicos de los once municipios del departamento del Cauca que formaron parte del proyecto: Corinto, Caloto, Toribío, Caldono, Morales, Cajibío, Popayán, Piendamó, El Tambo, Timbío y Sotará.
3. La vigilancia científica para aguacate Hass, actualizada hasta el 2023, respecto a las temáticas: suelos, fertilización y riego; agricultura 4.0; gestión de tierras; manejo de enfermedades; manejo de plagas; mejoramiento genético y propagación, y poscosecha. También se revisaron los



repositorios nacionales de documentos técnicos que aportan al conocimiento de diversas tecnologías en favor del desarrollo del cultivo, tales como: los artículos científicos de la base Scielo para Colombia; los trabajos de tesis de la Universidad Nacional de Colombia; los manuales, libros y plegables generados en agrosavia, así como la oferta tecnológica disponible para el sistema productivo.

De esta manera, se busca fomentar la investigación, conectar el sector con las tendencias mundiales, promover la tecnología, impulsar la inversión y fortalecer el gremio, con el objetivo de ampliar la exportación de aguacate Hass a mercados internacionales y continuar con el fortalecimiento del país y del departamento del Cauca como un referente de calidad, sostenibilidad y competitividad.



Capítulo I

Tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca



La tipificación de los productores del departamento del Cauca se basa en los datos de la encuesta de caracterización de productores que se aplicó en el año 2019 en los municipios de Caloto, Toribío, Caldono, Morales, Cajibío, Popayán, Piendamó, El Tambo, Timbío y Sotará, mediante metodologías de clusterización (figura 1).

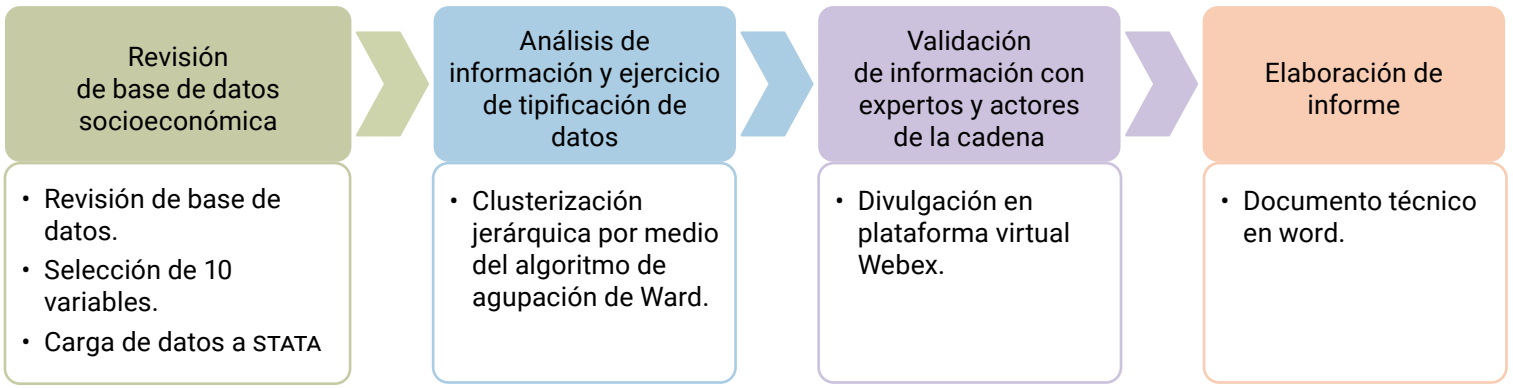


Figura 1. Metodología utilizada en la tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca.

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez y Tarazona (2020).



En el análisis fueron seleccionadas diez variables para realizar la desagregación de manera sistemática de los productores (tabla 1). En particular, se buscó un balance entre las variables demográficas y las variables técnicas del cultivo, así como mantener un buen nivel de grados de libertad. A partir de esta matriz, se estratificaron las observaciones aplicando la metodología jerárquica, con el fin de determinar grupos con atributos estadísticamente similares (Martínez & Tarazona, 2020). Además, se identificaron tres tipologías de productores (tabla 2):

- Tipo A: productores pequeños y medianos con limitaciones de tecnificación, que corresponden al 60,9 % de los encuestados.
- Tipo B: productores pequeños-medianos con alta capacidad de tecnificación (36,9 %).
- Tipo C: productores de gran escala (2,2 %).

Tabla 1. Variables criterio usadas en la tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca

Variable	Definición y relación
Escolaridad del encuestado / productor	*Definición*: años completos de educación. *Relación*: en la medida en que se incrementa el nivel de escolaridad, se facilita la transferencia de conocimiento tecnológico y, así mismo, se espera que se incremente la capacidad productiva de los cultivos.
Tenencia de la tierra	*Categorías*: 1) propia y titulada, 2) propia sin título, 3) arriendo y 4) otro. *Relación*: la propiedad de la tierra facilita el acceso a un crédito (titulada), además de generar más autonomía en las decisiones (sin importar título). Otros escenarios son más limitantes.
Dependencia de los ingresos agropecuarios	*Definición*: porcentaje de ingresos totales provenientes de la producción agropecuaria. *Relación*: mayor dependencia implica una mayor vulnerabilidad y está negativamente correlacionada con la capacidad técnica/productiva de las fincas.

Continúa en la página siguiente...



Continuación de la tabla 1. Variables criterio usadas en la tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca

Variable	Definición y relación
Tamaño de la finca	*Definición*: tamaño de la finca medida en hectáreas totales. *Relación*: variable proxy de riqueza y capacidad económica para inversión en la finca.
Área en aguacate	*Definición*: área total de la finca dedicada a la producción de aguacate medida en hectáreas. *Relación*: medición de la escala productiva e inversión dispuesta para el cultivo en la finca.
Crédito	*Categorías*: 1) Banco Agrario, 2) banca privada, 3) amigo(s) y/u otros terceros, 4) no hace uso de crédito. *Relación*: determina el tipo de endeudamiento y escala de interés por pagar, el cual está correlacionado con las demandas que recaen sobre el esquema productivo de la finca.
Recibe asistencia técnica específica en aguacate	Categorías: (0) no y (1) sí. Relación: ventaja comparativa para la producción específica.
Topografía de la finca	Categorías: 1) plana, 2) ondulada y 3) quebrada. Relación: (des)ventaja comparativa y proxy de costos relacionados por dificultad productiva.
Tipo de arreglo	Categorías: 1) monocultivo, 2) asociado y 3) disperso. Relación: capacidad y dedicación tecnológica específica para mejorar el resultado productivo.
Disponibilidad de sistemas de riego	Categorías: (0) no y (1) sí. Relación: ventaja comparativa para el sistema productivo de aguacate Hass.

Fuente: Martínez y Tarazona (2020).



Tabla 2. Tipificación de productores de aguacate Hass en el departamento del Cauca

Categoría	Tipo A	Tipo B	Tipo C
			
Descripción	Productores pequeños y medianos con limitaciones de tecnificación	Productores pequeños-medianos con alta capacidad de tecnificación	Productores de gran escala
Porcentaje correspondiente a los productores encuestados	(60,9 %)	(36,9 %)	(2,2 %)
Área de dedicación	< 2 ha	Hasta 3,5 ha	> 5 ha
Tenencia de la tierra	Propia	Propia	Propia o titulada
Esquema de cultivo	Predomina el esquema de cultivo asociado.	Predomina el monocultivo.	Dedicación completa a monocultivo.
Nivel educativo	Primaria completada y uno o dos años de secundaria.		Secundaria completa, con uno o dos años de formación adicional.
Dependencia financiera para la producción	Alta	Baja.	Baja.
Acceso a asistencia técnica	Bueno	Bueno	
Acceso a sistema de riego	Limitado		No tiene
Nivel tecnológico del cultivo	Limitado.	Más avanzado	

Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Martínez y Tarazona (2020).



Capítulo II

Caracterización de la cadena de aguacate e identificación participativa de limitantes tecnológicos en el departamento del Cauca

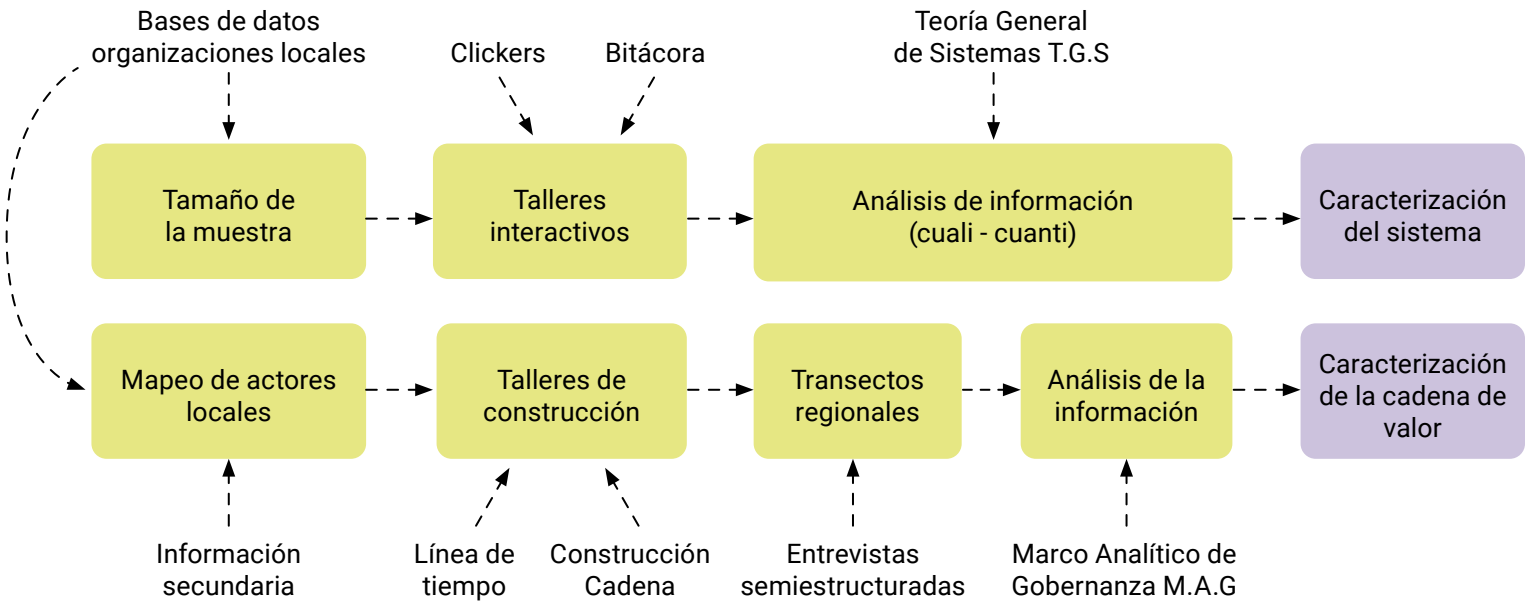


La caracterización del sistema productivo de aguacate Hass se basó en la recopilación y el procesamiento de la información primaria obtenida en las encuestas a productores de aguacate que pertenecen a organizaciones en los once municipios (figura 2). Posteriormente, se identificó el tamaño de muestra mínimo con un nivel de confianza del 95 %, y un error máximo admisible en términos de proporción del 6 %. El diagnóstico participativo se elaboró mediante talleres interactivos en diez municipios y se complementó con información técnica, social y económica de los productores, así como con información demográfica y del predio. Una vez la información fue procesada y analizada, se socializó en ejercicios participativos para recibir retroalimentación y validar el proceso con los participantes (Ospina et al., 2023). Los resultados se agrupan en cuatro categorías: generalidades del cultivo (figura 3), generalidades socioeconómicas (figura 4), prácticas agronómicas (figura 5) y presencia de plagas y enfermedades (figura 6).

Para identificar la presencia de plagas y enfermedades se hicieron talleres grupales, en los cuales se usaron ayudas visuales (fotos) de las plagas más representativas del cultivo y del daño que ocasionan, al igual que de los síntomas de las principales enfermedades. Con base en estos criterios, se

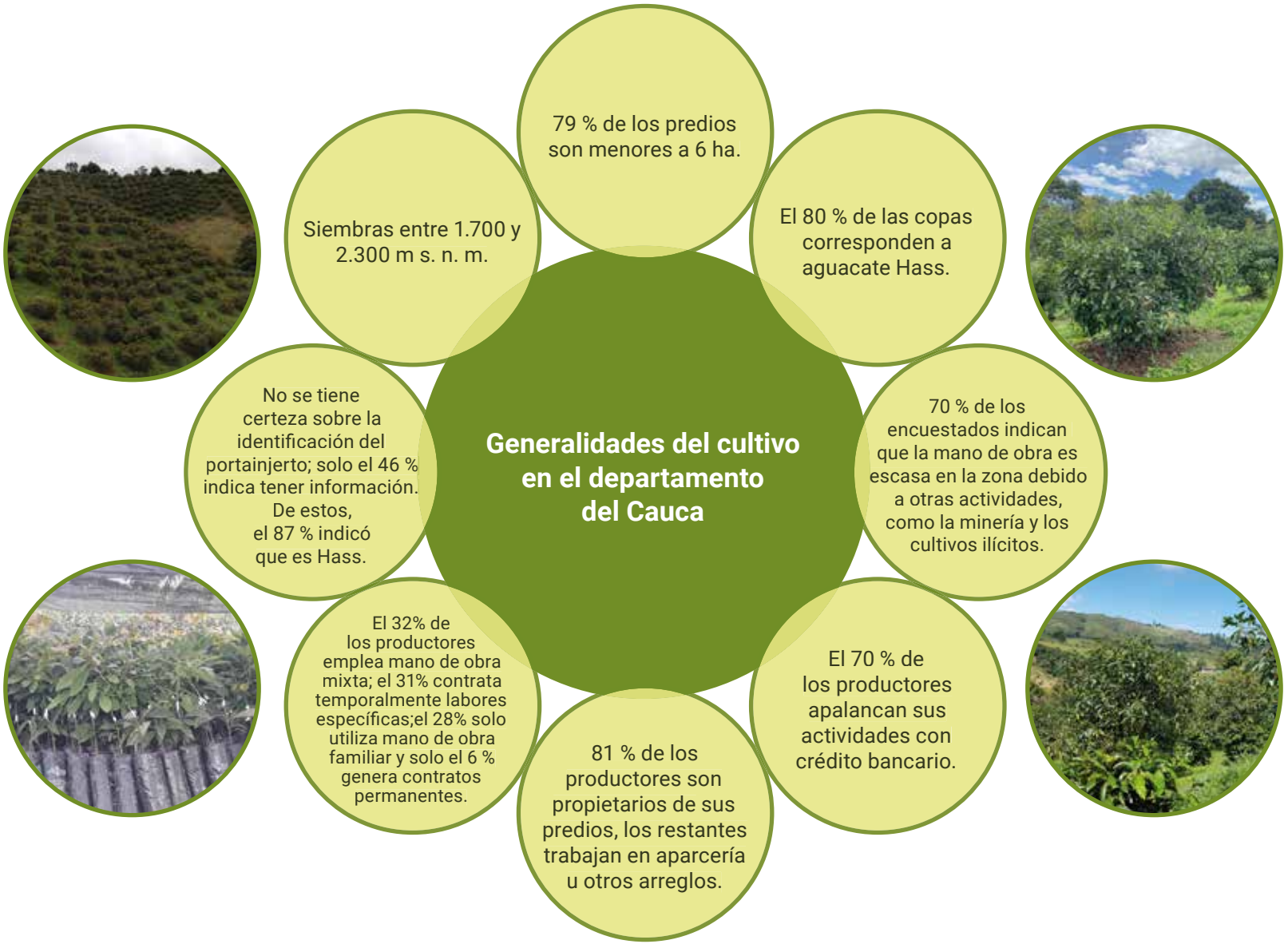
consultó a los productores cuáles de estas problemáticas afectaban actualmente a sus cultivos o lo habían hecho. La información fue tabulada y procesada para determinar el porcentaje total de productores que identificaron la enfermedad o plaga. Al respeto, se debe resaltar que hay un alto nivel de incertidumbre en el grado de certeza que tienen los productores sobre esta temática.

Figura 2. Esquema metodológico para caracterizar el sistema productivo y la cadena de valor de aguacate en el departamento del Cauca.



Fuente: Ospina et al. (2023).

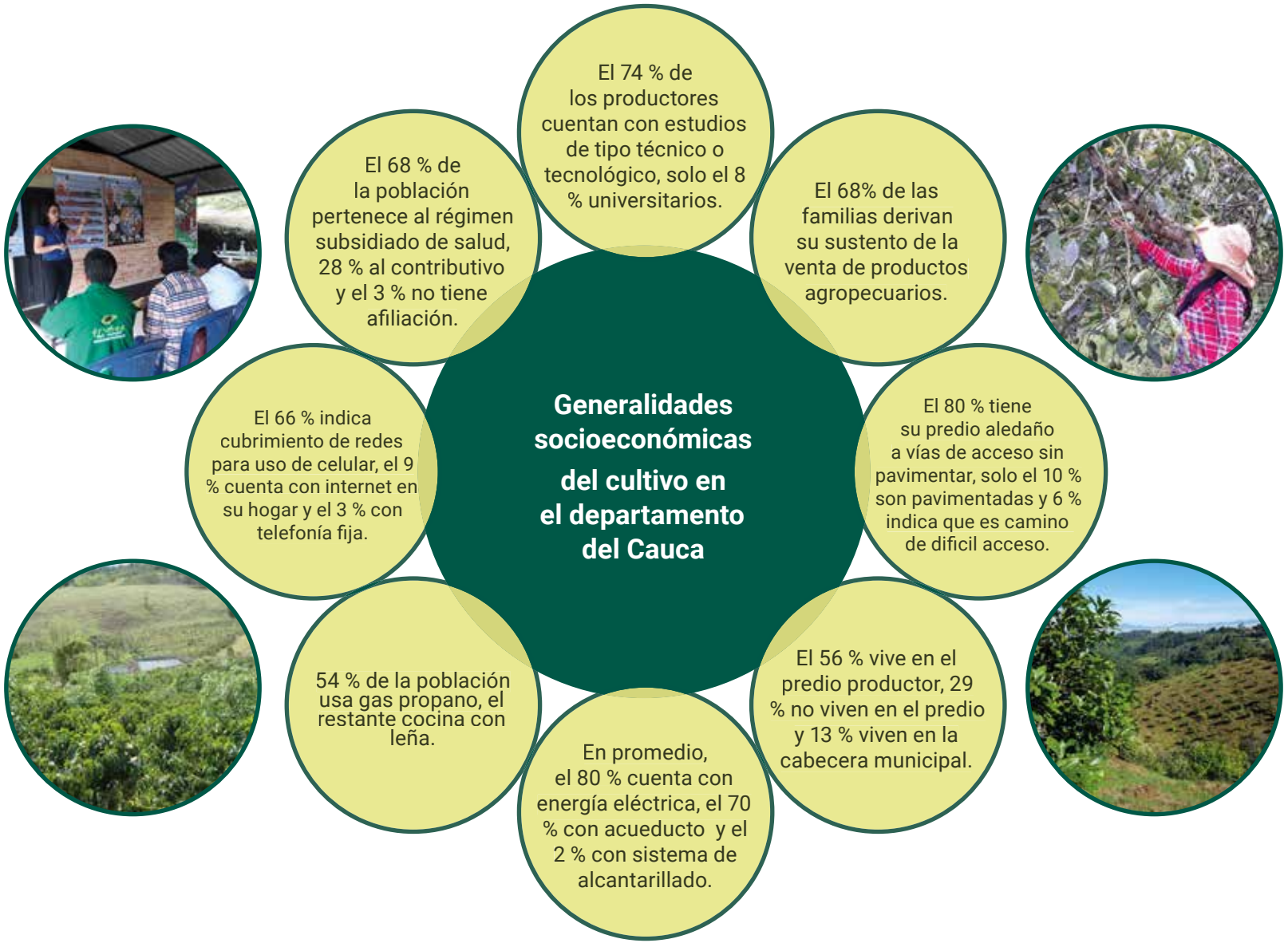
Figura 3. Generalidades del cultivo de aguacate Hass identificadas en el departamento del Cauca.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Ospina et al. (2023).

Figura 4. Generalidades socioeconómicas en el cultivo de aguacate identificadas en el departamento del Cauca.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Ospina et al. (2000, 2023).

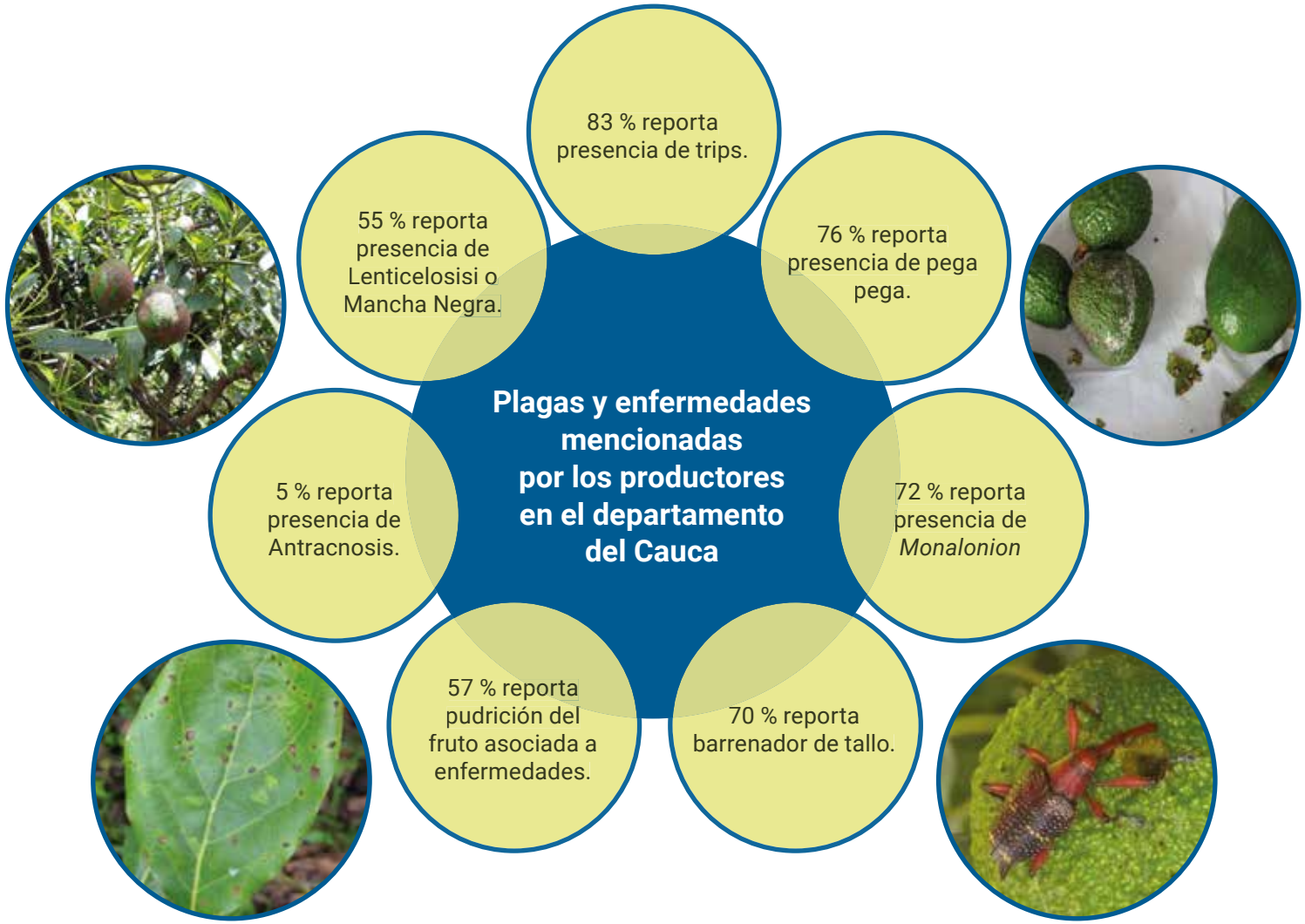
Figura 5. Prácticas agronómicas en el cultivo del aguacate identificadas en el departamento del Cauca.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Ospina et al. (2000, 2023).

Figura 5. Prácticas agronómicas en el cultivo del aguacate identificadas en el departamento del Cauca.



Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

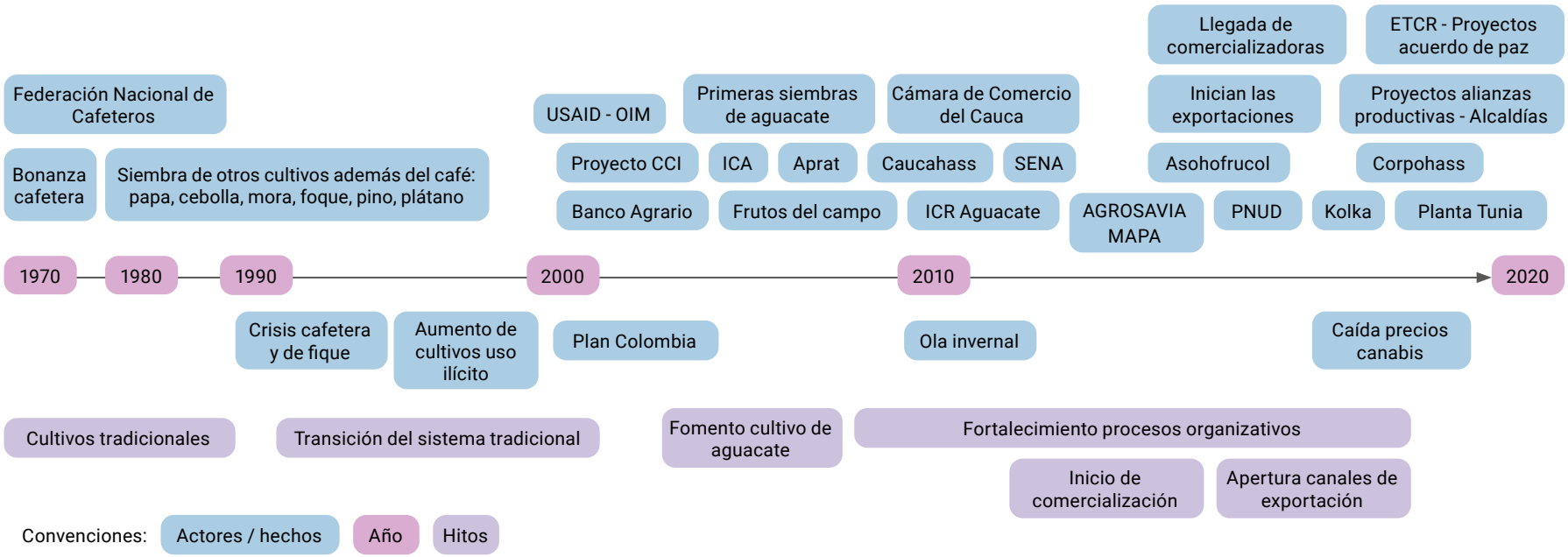
Fuente: Elaboración propia con base en Ospina et al. (2000, 2023).



La identificación y tipificación de la cadena de valor fueron realizadas a partir de la información que se recopiló en los talleres participativos denominados “de construcción de cadena”, en los cuales se contó con actores institucionales, productores y asistentes técnicos. En estos espacios se realizaron entrevistas con actores de la cadena para conocer la dinámica del sistema productivo de aguacate, sus actores y vínculos, así como para realizar una líneas de tiempo que representaran la evolución del cultivo, los actores relacionados con el sistema productivo de aguacate Hass de las zonas productoras evaluadas (figura 7), así como la cadena de valor y los eslabones productivos (figura 8). Con este propósito se empleó la metodología marco analítico de gobernanza (Ospina et al., 2023). En concreto, se identificaron cuatro fases:

1. Entre 1991 y 2008, denominada “transición del sistema tradicional”.
2. Entre 2009 y 2018, “fortalecimiento de procesos organizativos”.
3. Desde 2012, “comercialización de aguacate Hass”.
4. A partir de 2017, “apertura de canales de exportación”, lo cual trajo consigo la apertura de canales de exportación, la instalación de empresas exportadoras, la mejora en los precios, el fortalecimiento en procesos de certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y la generación de nuevos canales de comercialización (Ospina et al., 2023).

Figura 7. Línea de tiempo y actores relacionados en el sistema productivo de aguacate Hass.



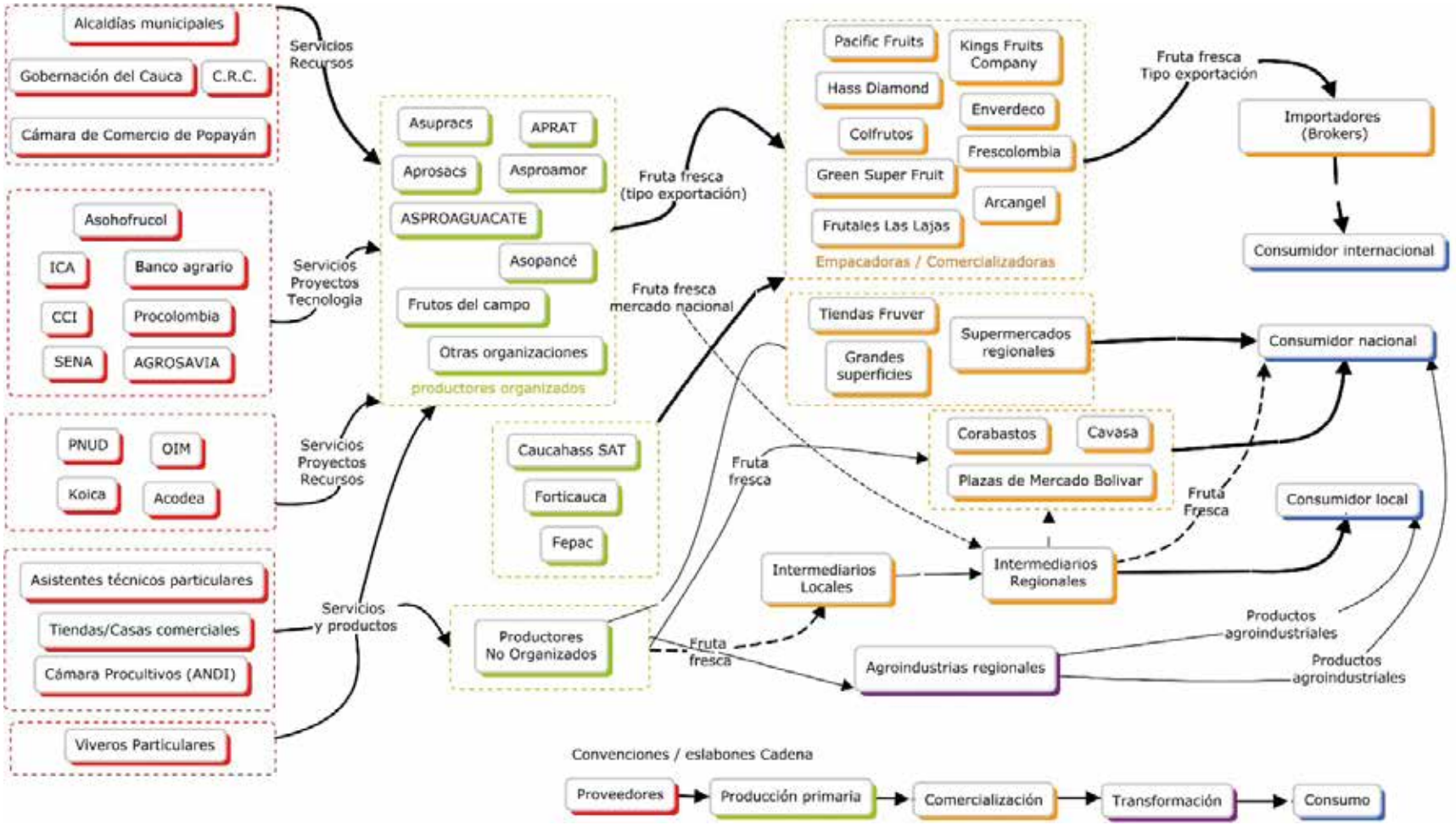




Fotos: Diana Lucía Correa Moreno

Fuente: Elaboración propia con base en Ospina et al. (2023).

Figura 8. Cadena de valor y eslabones identificados para aguacate Hass



Fuente: Ospina et al., 2023



Como parte de la cadena de valor, se identificaron cinco eslabones productivos, los cuales confluyen en sus canales de comercialización:

1. Proveedores de insumos y servicios.
2. Producción primaria.
3. Comercialización.
4. Transformación.
5. Consumo. En la producción primaria.

En cuanto a la producción primaria, se identificó que el 70 % de los productores pertenecen a grupos de asociados, por lo que reciben beneficios como servicio de asistencia técnica y acceso a proyectos de fomento y comercialización. En los 11 municipios se encontraron siete asociaciones, el 30 % restante cuenta con vínculos directos con diversos actores de la cadena y tienen recursos económicos y tecnológicos para una integración más efectiva con el mercado (Ospina et al., 2023).

De acuerdo con la metodología de Marco Analítico de Gobernanza, se identificaron tres tipologías de actores:

1. Estratégicos: que aportan recursos y cuyo accionar hace posible la producción de aguacate para exportación, entre los cuales se identificaron organizaciones de productores, empacadoras, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) —por las verificaciones que realiza a predios exportadores— y la Gobernación del Cauca.
2. Pertinentes: corresponden a organizaciones o entidades de carácter público que aportan al marco tecnológico y político para el funcionamiento de la cadena, entre los cuales se identificaron Caucahass, Forticauca, Frutos del Campo, alcaldías municipales, Organización Internacional para las Migraciones, Procolombia, Asohofrucol, Banco Agrario, Corporación Colombia Internacional, asistentes técnicos y la Corporación Ambiental del Cauca.
3. Secundarios: su accionar es complementario en el logro de los objetivos de los actores o de una parte de la cadena, pues dinamizan su

funcionamiento. Corresponden a la Cámara de Comercio de Popayán, la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (Koica), la Agencia para la Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrario de Habla Hispana (Acodea), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), AGROSAVIA, grandes superficies y plazas de mercado (Ospina et al., 2023).

Entre las limitantes tecnológicas identificadas por AGROSAVIA se encuentran (Ospina, 2020):

1. Falta de disponibilidad de material vegetal de calidad.
2. Falta de conocimiento sobre el manejo de cultivos asociados.
3. Falta de conocimiento sobre prácticas culturales.
4. Falta de estrategias para riego y almacenamiento de agua.
5. Inadecuado manejo y uso de análisis de suelos y planes de fertilización.
6. Incidencia de plagas.
7. Incidencia de enfermedades.
8. Labores de poscosecha.





Capítulo III

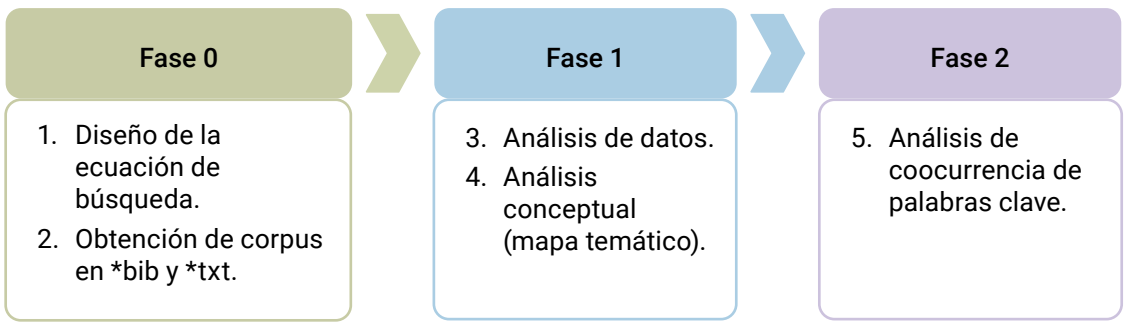
Vigilancia científica y tecnológica

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

Objeto de la ecuación	Ecuaciones de búsqueda	Registros de los testeo julio 2023
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 testeo 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 "Phythopthora 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 cienciométricos 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 trasversales, 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, cienciométricos 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.

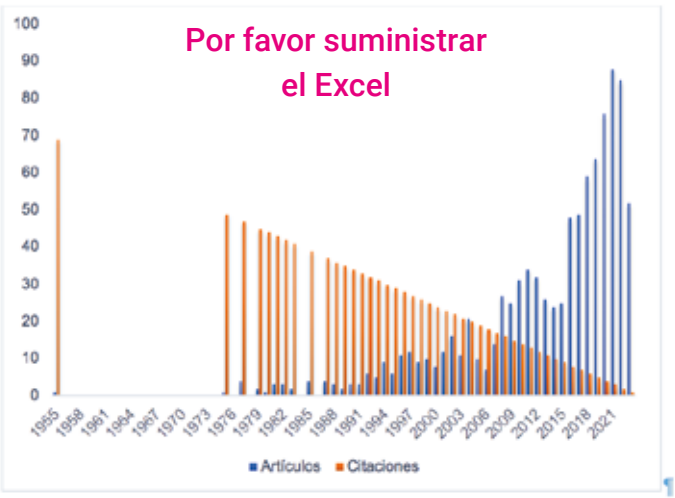
1955-2023 Temporalidad	33 Revistas	948 Documentos	5,98 % Crecimiento anual
2.958 Autores	25 Autores individuales	20.57% Co-autores Internacionales	5,15 Autores por documento
2513 Palabras clave de autor	15.453 Citaciones	9,97 Publicaciones por año	16,16 Promedio de citaciones por documento

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



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. citaciones por año en aguacate Hass.



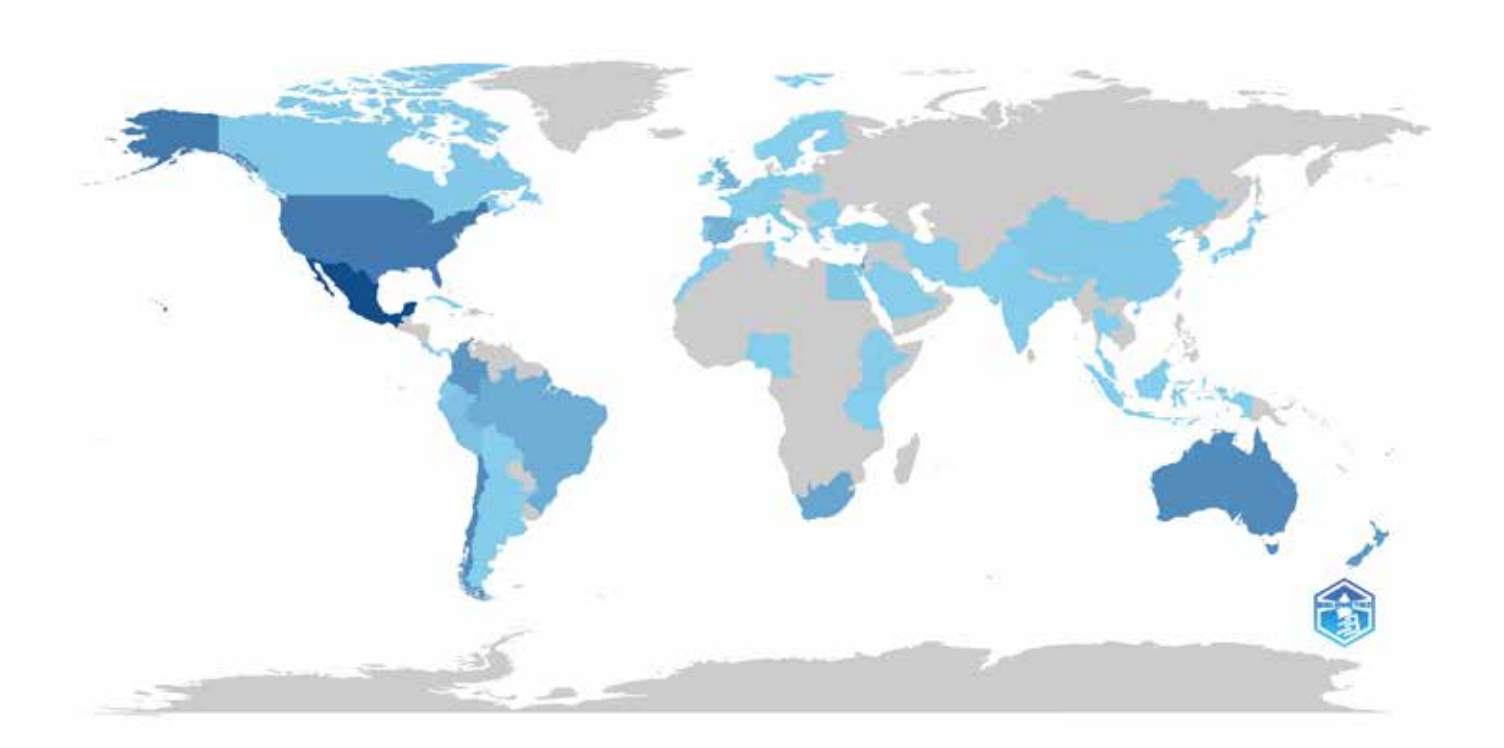
Fuente: Elaboración propia con base en los datos recopilados en Scopus® en julio de 2023. El procesamiento de la información se hizo en Excel®.

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 citaciones, 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.

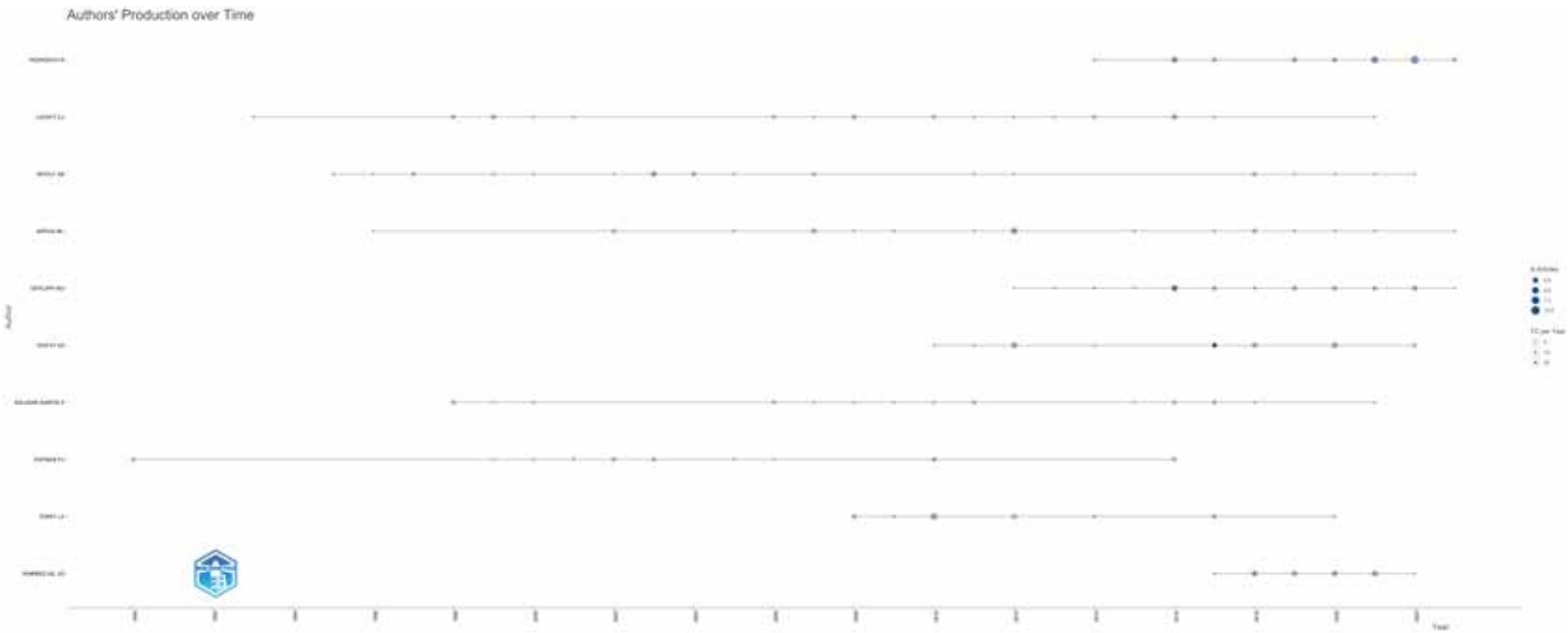
Figura 12. Nivel de producción científica en aguacate Hass por país.



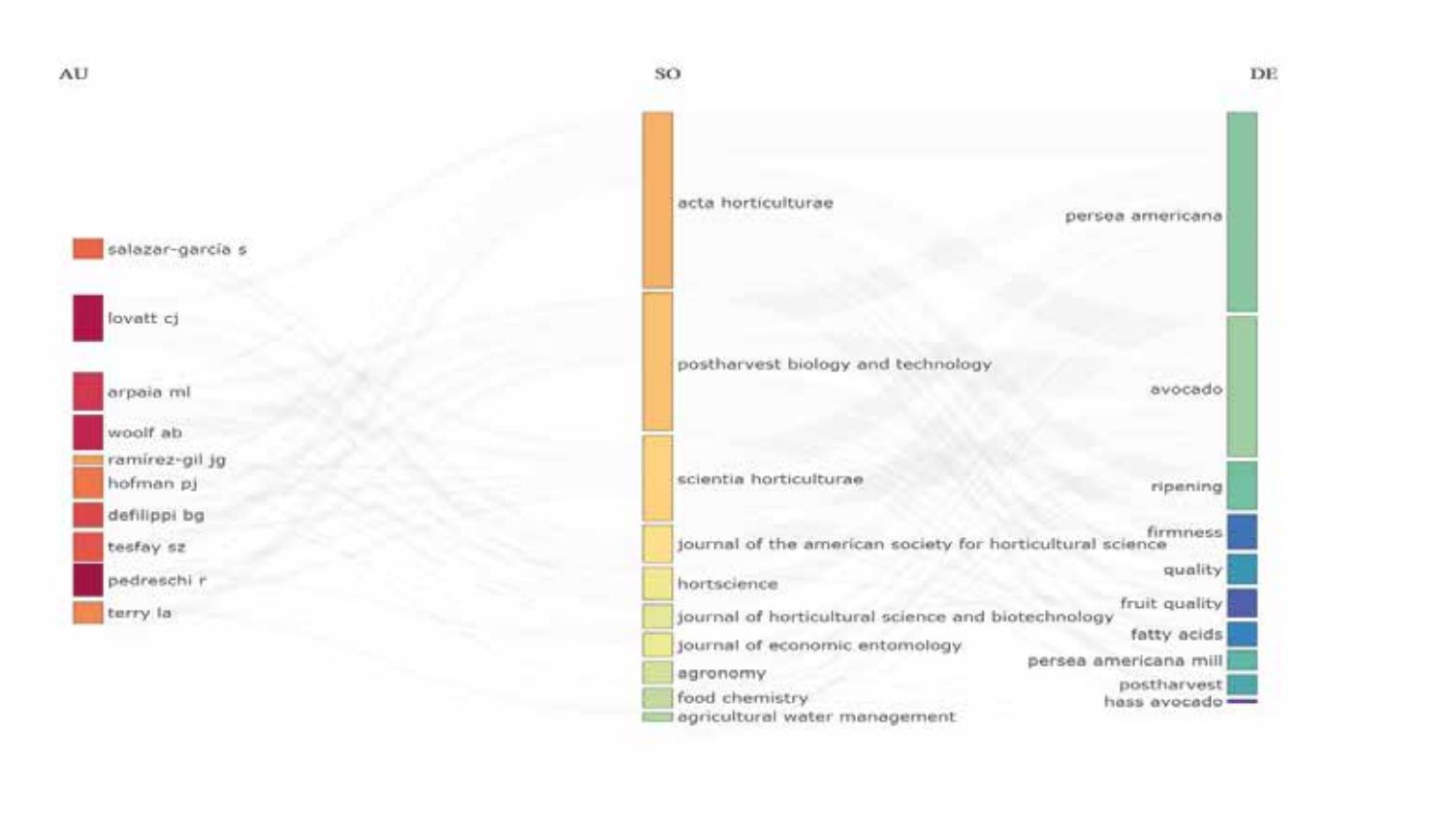
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada en Scopus® en julio de 2023. El procesamiento de los datos se hizo con Bibliometrix®.



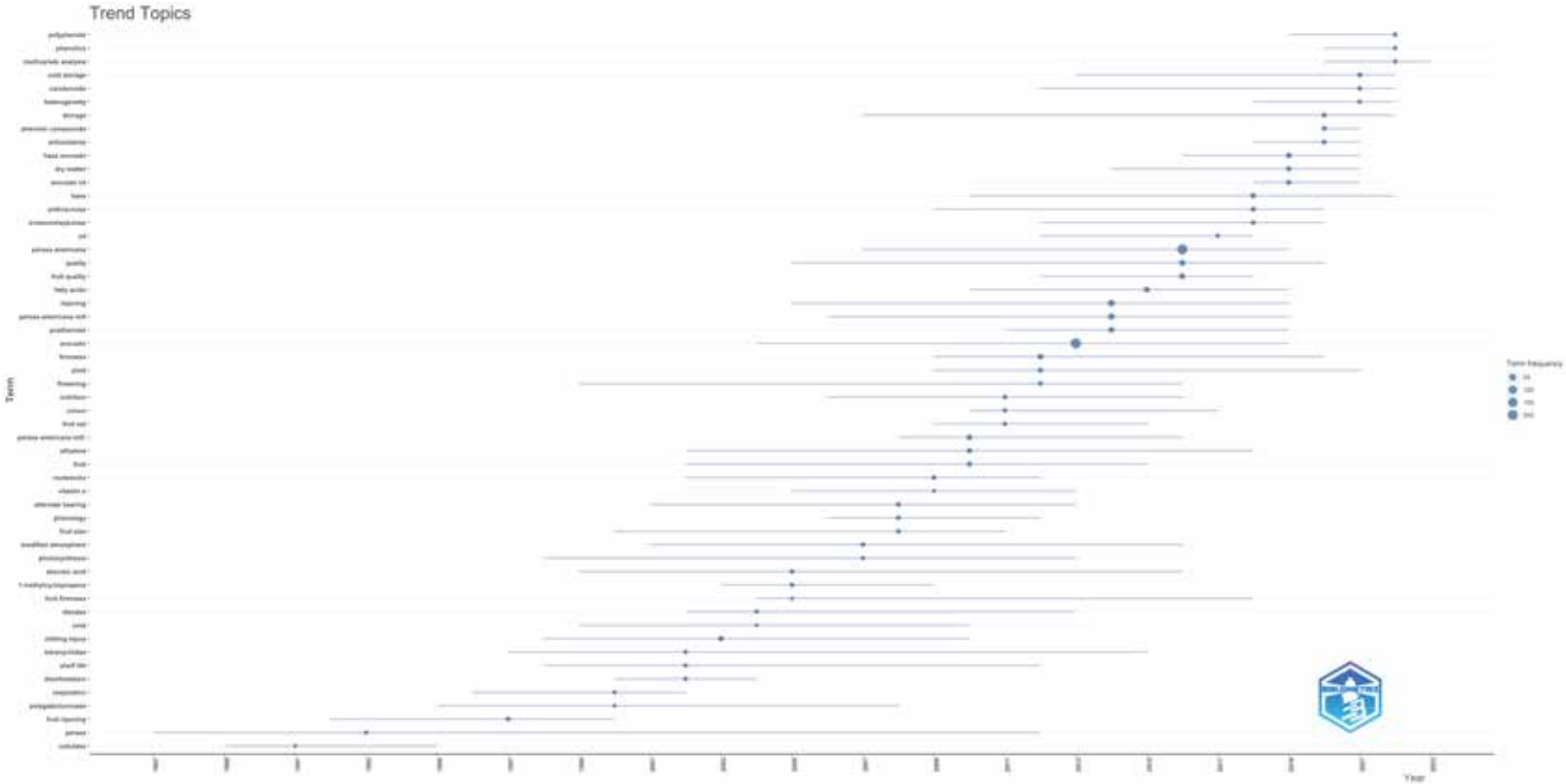
Los principales 10 autores en el mundo y su producción se sintetizan en la figura 13 con una línea de tiempo, en la cual el tamaño de cada punto alude al número de artículos publicados en ese año. De los cinco autores principales, la investigadora Romina P. Pedreschi, de la Universidad Católica de Valparaíso, Chile, tiene un mayor número de publicaciones (29), seguida de Carol J. Lovatt, de la Universidad de California, Estados Unidos (25). En orden de producción académica continúan Allan B. Woolf, del Instituto de Investigación de Nueva Zelanda, limitado a plantas y alimentos, Nueva Zelanda (23); Mary Lu Arpaia, de la Universidad de California, Estados Unidos (22); Bruno Giorgio Defilippi, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile (21), y Samson Zeray Tesfay, de la Universidad de KwaZulu-Natal, Sur África (20).



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.






Trend Topics
Term
Year

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 metabolómico 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.

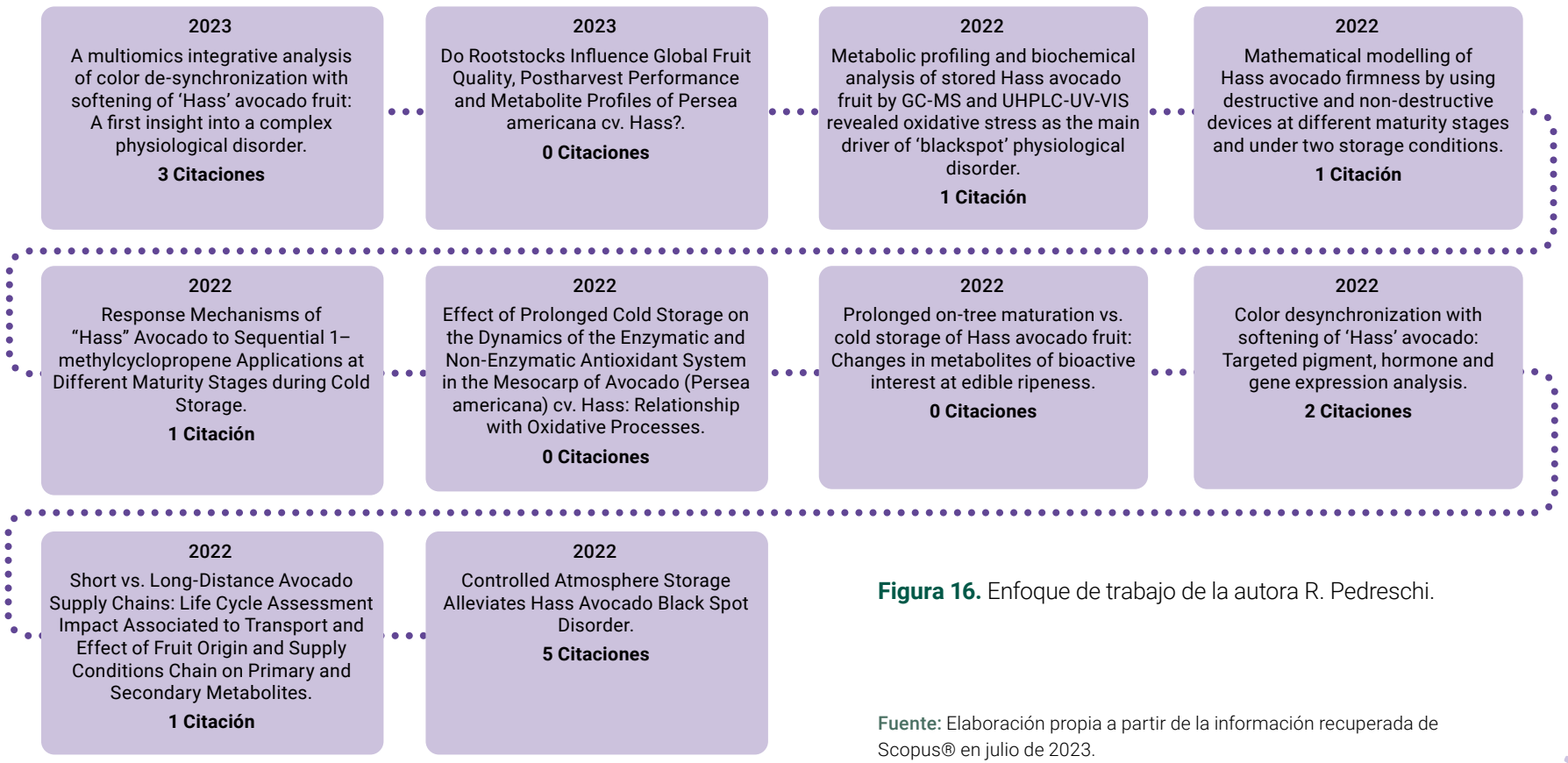


Figura 16. Enfoque de trabajo de la autora R. Pedreschi.

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' avocadoes.

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.

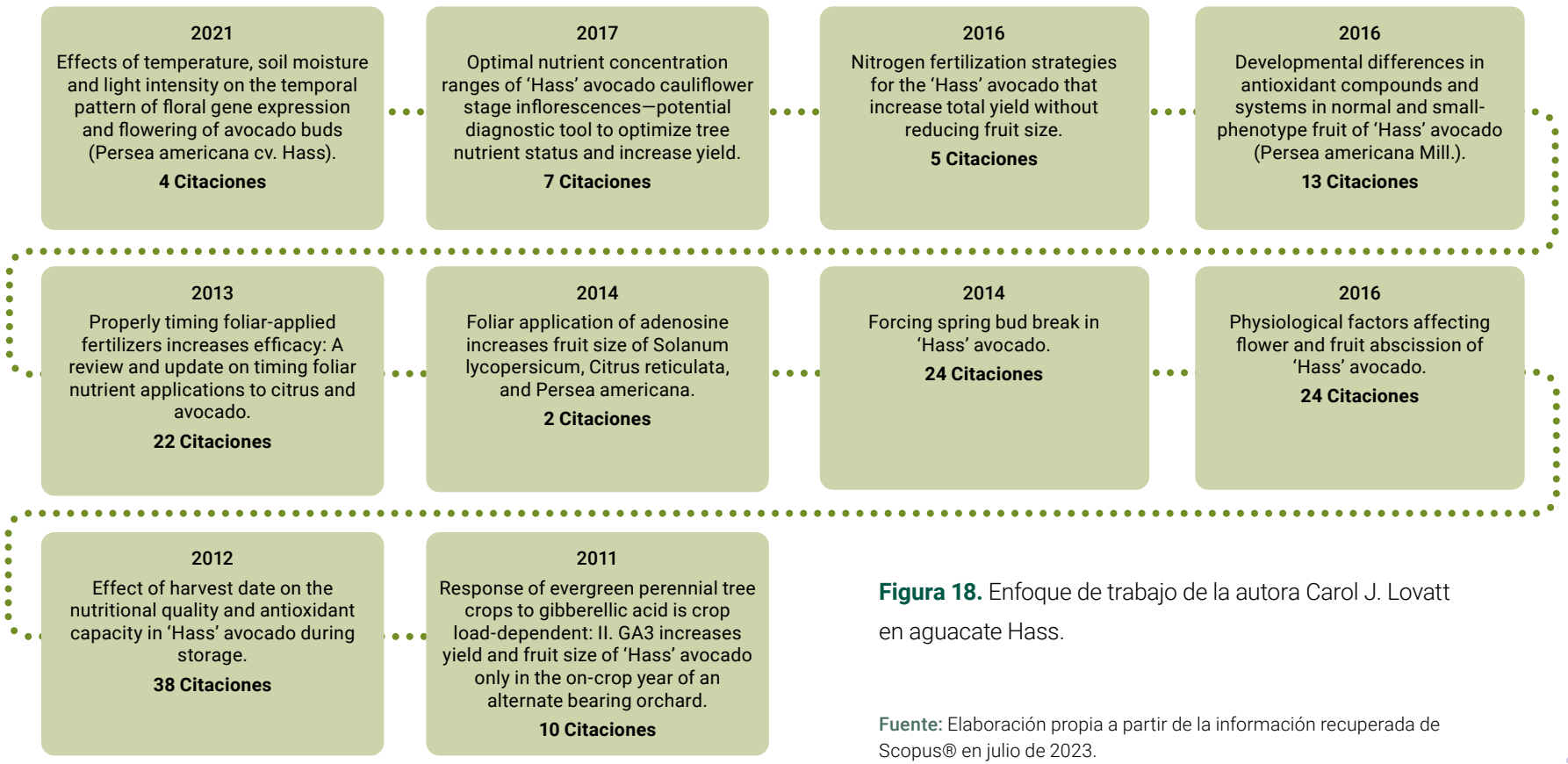


Figura 18. Enfoque de trabajo de la autora Carol J. Lovatt en aguacate Hass.

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.

52 citaciones

1998

Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (Persea americana Mill.) during 'on' and 'off' crop years.

Autores: Salazar-García, S., Lord, E.M., & Lovatt, C.J.

Publicado en: Journal of the American Society for Horticultural Science, 123(4), 537-544.

48 citaciones

1999

Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size.

Autores: Lovatt, C.J.

Publicado en: Hort Technology, 9(4), 607-612.

46 citaciones

2008

The relationship between flower and fruit abscission and alternate bearing of 'Hass' avocado.

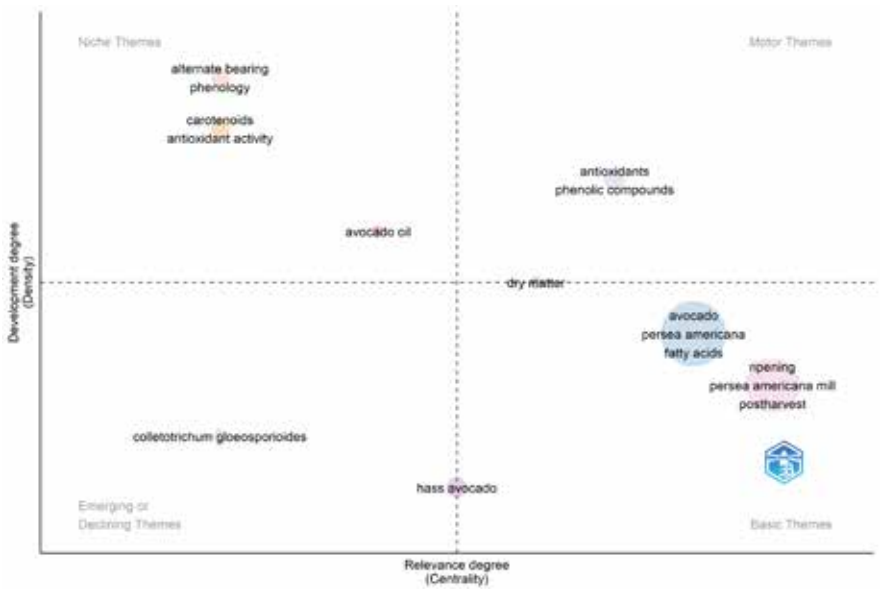
Autores: Garner, L.C., & Lovatt, C.J.

Publicado en Journal of the American Society for Horticultural Science, 133(1), 3-10

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 nutracéuticos y bioproductos.

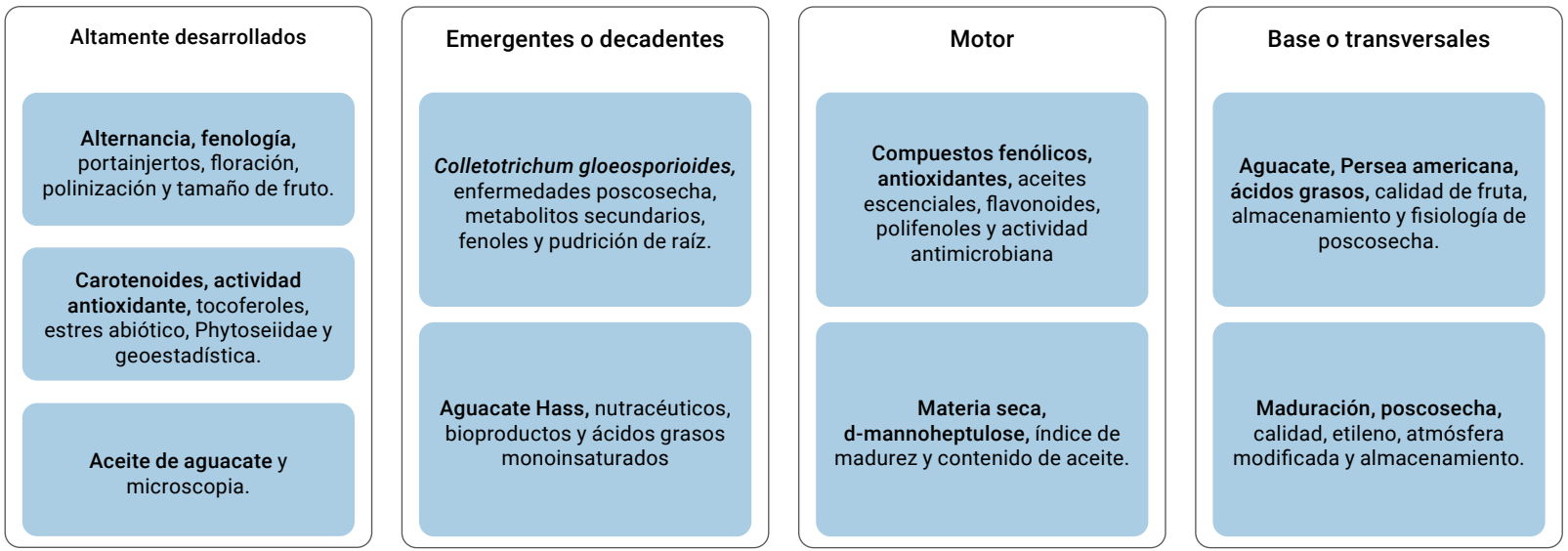
Figura 20. Mapa temático para aguacate Hass.



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.

Clúster 5: Manejo de plagas
Fisiología, parasitoides, tephritidae, tetranychidae,Oligonychus perseae, diaspididae y Stenoma catenifer.

Clúster 2. Nutrición y riego
Rendimiento de cultivo, riego, tasa de crecimiento, fenología, abscisión, ecofisiología, intercambio de gases, portainjertos y cultivares.

Clúster 4: Manejo de enfermedades
Antracnosis, pudrición de raíz, Glomerella cingulata, incidencia y expresión genética.



Clúster 1: Calidad de fruto
Compuestos activos, bioquímica, almacenamiento en frío, atmósferas controladas y contenido de aceites.

Clúster 6: Poscosecha-antioxidante
Uso de la semilla, actividad antimicrobiana. Extractos de plantas, fenoles, flavonoides y antioxidantes.

Clúster 7: Composición
Tocoferoles, ácidos grasos monoinsaturados, metabolitos, reología y extracción.

Clúster 3: Ácidos grasos
Asociado al análisis de alimentos, extracción y contenido de ácidos grasos.

Fuente: Elaboración propia a partir 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).

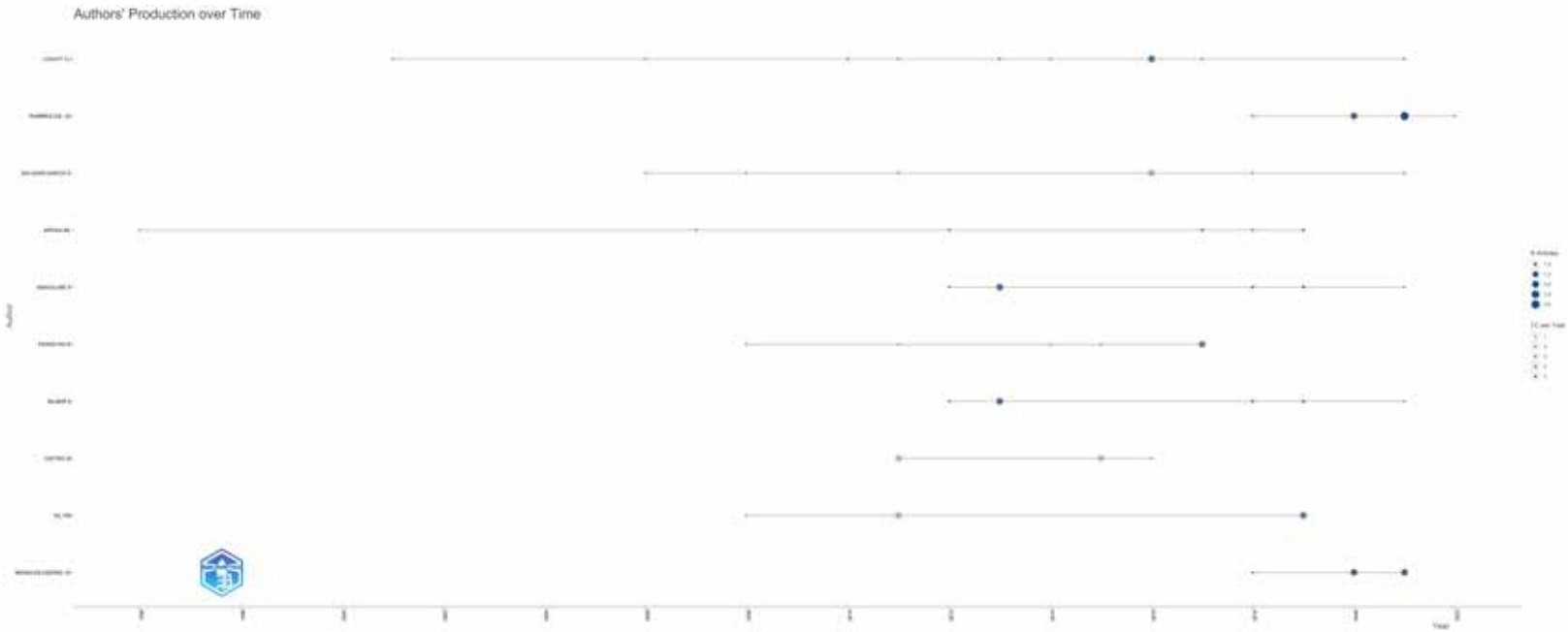
Figura 23. Información general de la temática de suelos, fertilización y riego.

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 citaciones 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®.

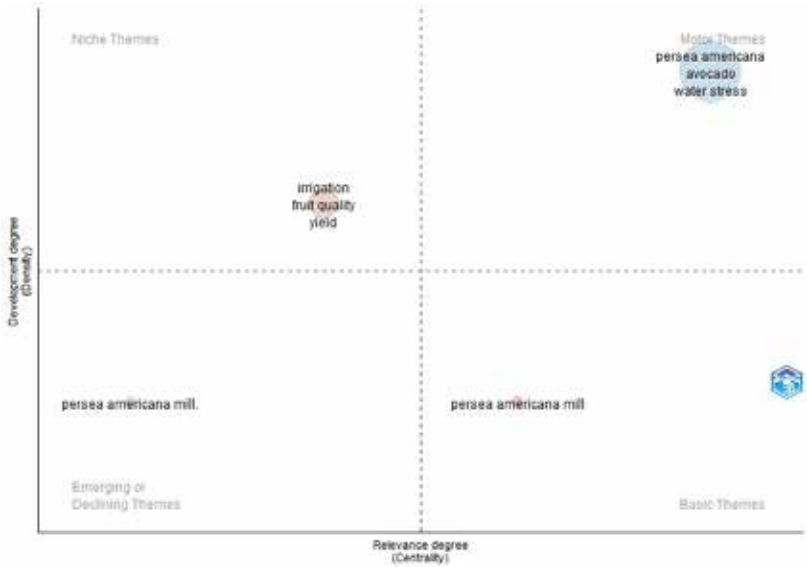


Figura 24. Producción científica de los principales autores para suelos, fertilización y riego en aguacate Hass.



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

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®.



Figura 26. Temas identificados para suelos, fertilización y riego en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.

Altamente desarrollados	Emergentes o decadentes	Motor	Base o transversales
Riego, calidad de fruta, rendimiento. Potencial hídrico del tallo, evapotranspiración, productividad hídrica y aireación.	***Phytophthora cinnamomi,*** síntomas, control biológico, biocontrol, bacillus sp. y basidiomycota.	**Estrés hídrico,** polinización, fenología, fertilización desarrollo floral, alternancia, concentración de hormonas, tamaño de fruto, cultivares y patrones.	**Persea americana,** análisis químico, pedúnculo de fruto, crecimiento de fruta, urea, sulfato de amonio y fertilización con boro.

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

Figura 27. Red de coocurrencia de palabras clave y clústeres identificados para suelos, fertilización y riego en aguacate Hass.

Clúster 5: Conductancia estomática
Carbohidratos, ecofisiología, rizosfera, absorción y disponibilidad de agua, fotosíntesis.

Clúster 6: Maduración
Portainjertos, NaCl, tasa de crecimiento y estrés hídrico.

Clúster 1: Respuesta fisiológica
Rendimiento del cultivo, fenología, aplicación de fertilización, polinización, abscisión, floración y tamaño de fruto.



Clúster 2. Suelos
Materia seca, portainjertos, relacionado con estrés abiótico y salinidad, uso eficiente del agua, pudrición de raíz, Phytophthora cinnamomi.

Clúster 3: Riego
Sistemas de riego, requerimiento hídrico, evapotranspiración de referencia y productividad.

Clúster 4: Suelo-poscosecha
Textura del suelo, zinc, calcio, urea, agua en suelo y calidad de fruta.

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



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).

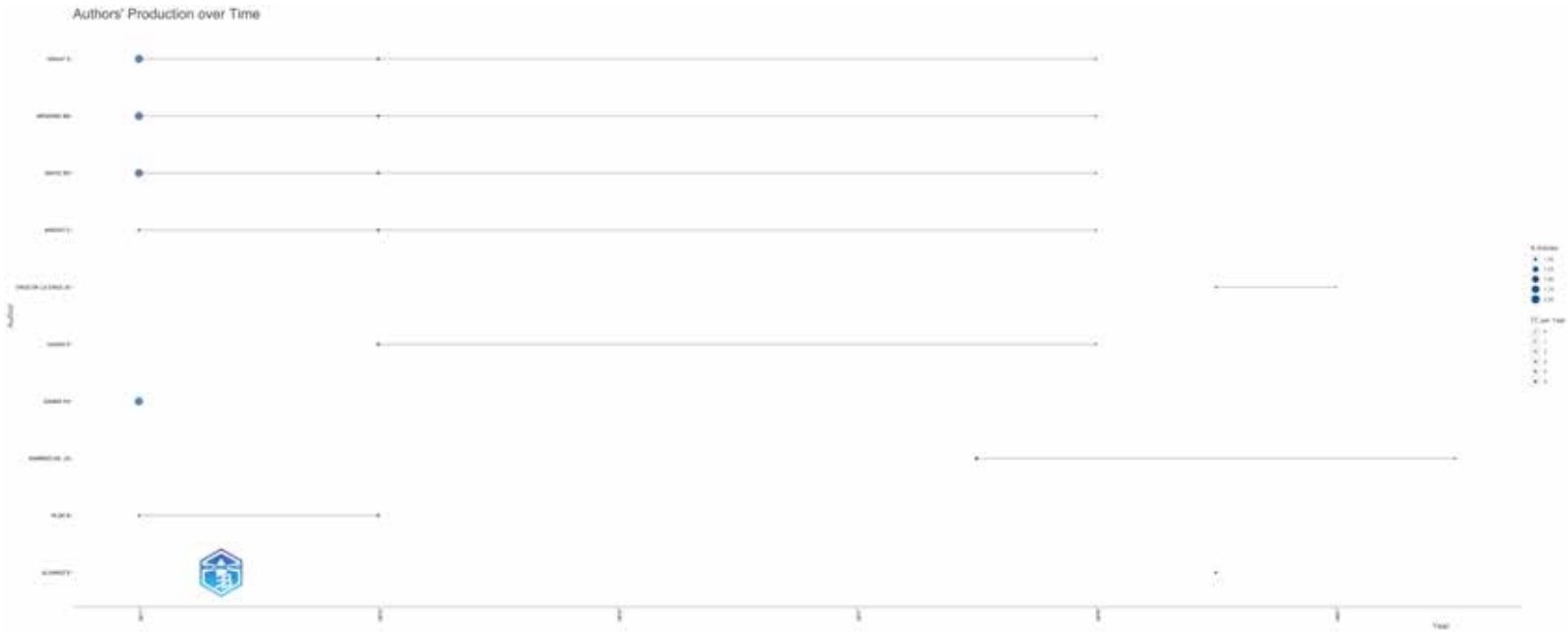
Figura 28. Información general de la agricultura 4.0 en aguacate Hass

2011-2023 Temporalidad	19 Revistas	21 Documentos	-8,75 % Crecimiento anual
74 Autores	0 Autores individuales	14,29 % Coautores internacionales	4,29 Autores por documento
85 Palabras clave de autor	910 Citaciones	4,81 Publicaciones por año	14,1 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®

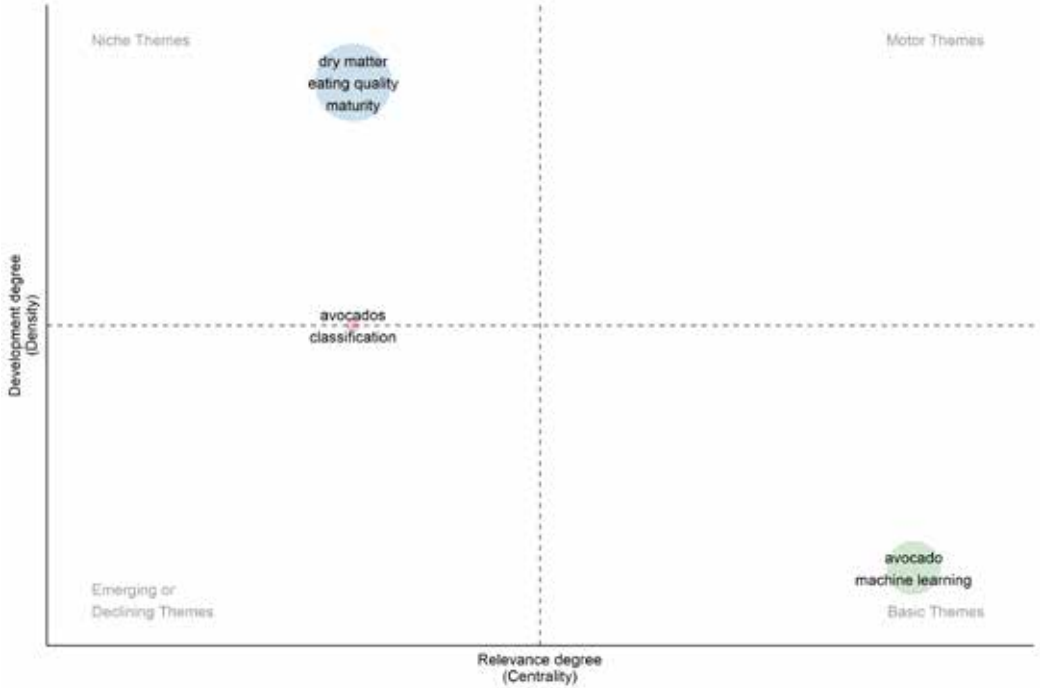


Figura 29. Producción científica de los principales autores para agricultura 4.0 en aguacate Hass.



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.



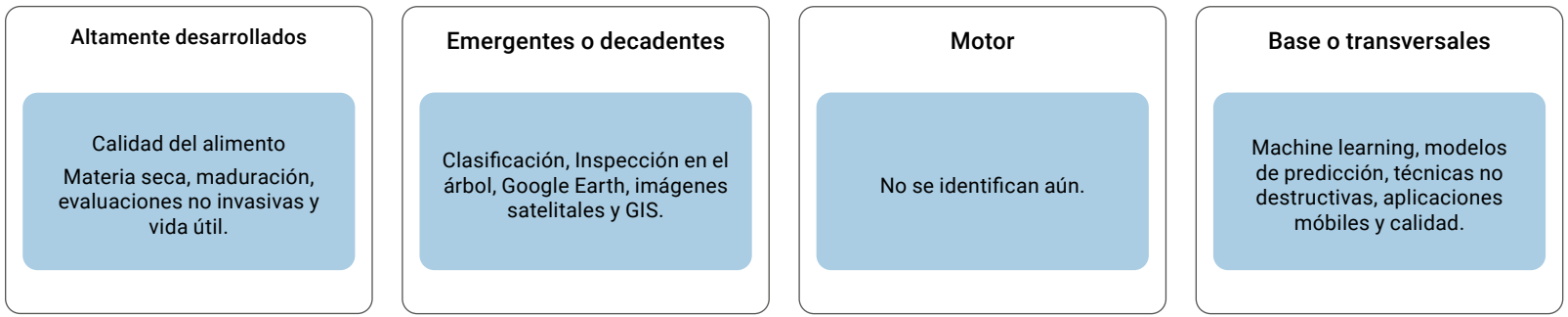
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.





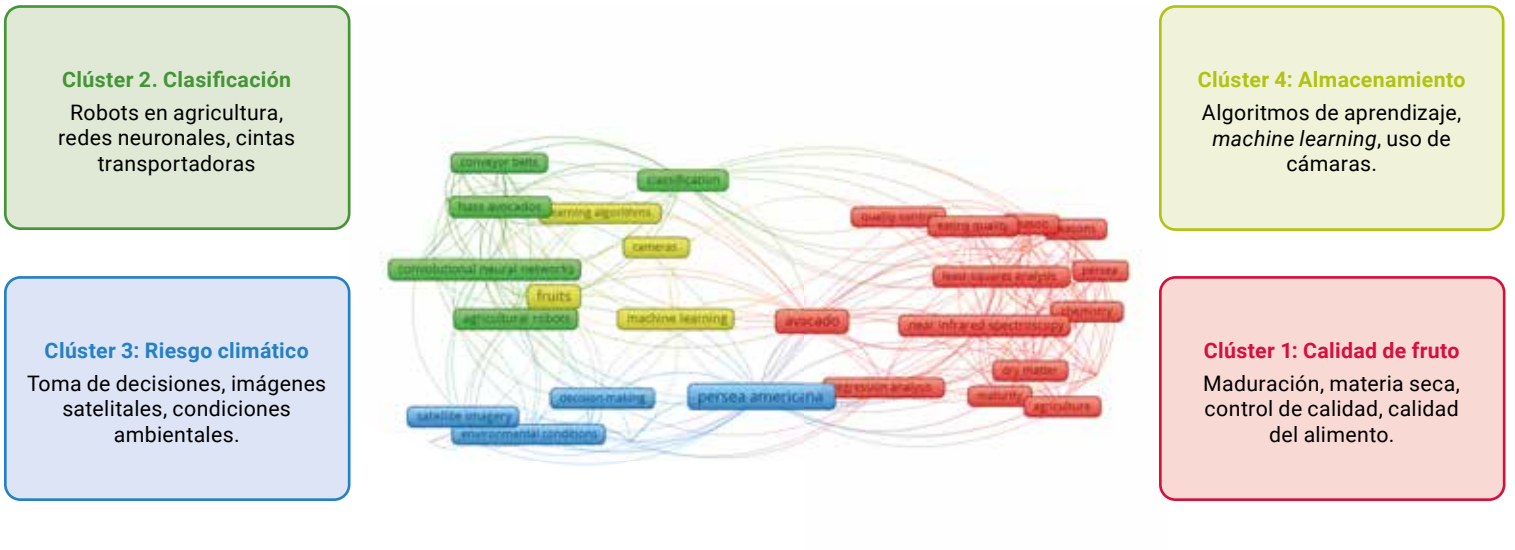
En cuanto al mapa temático de palabras clave de autor, se identificó un tópico para los cuadrantes de temáticas altamente desarrolladas, emergentes o decadentes, y base o transversales (figura 31). Finalmente, el análisis de coocurrencia se realizó con 243 palabras clave y un número mínimo de coocurrencias 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.

1979-2023 Temporalidad	48 Revistas	65 Documentos	0 % Crecimiento anual
255 Autores	2 Autores individuales	26,15 % Coautores internacionales	4,74 Autores por documento
254 Palabras clave de autor	2.236 Citaciones	7,38 Publicaciones por año	8,308 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®

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).

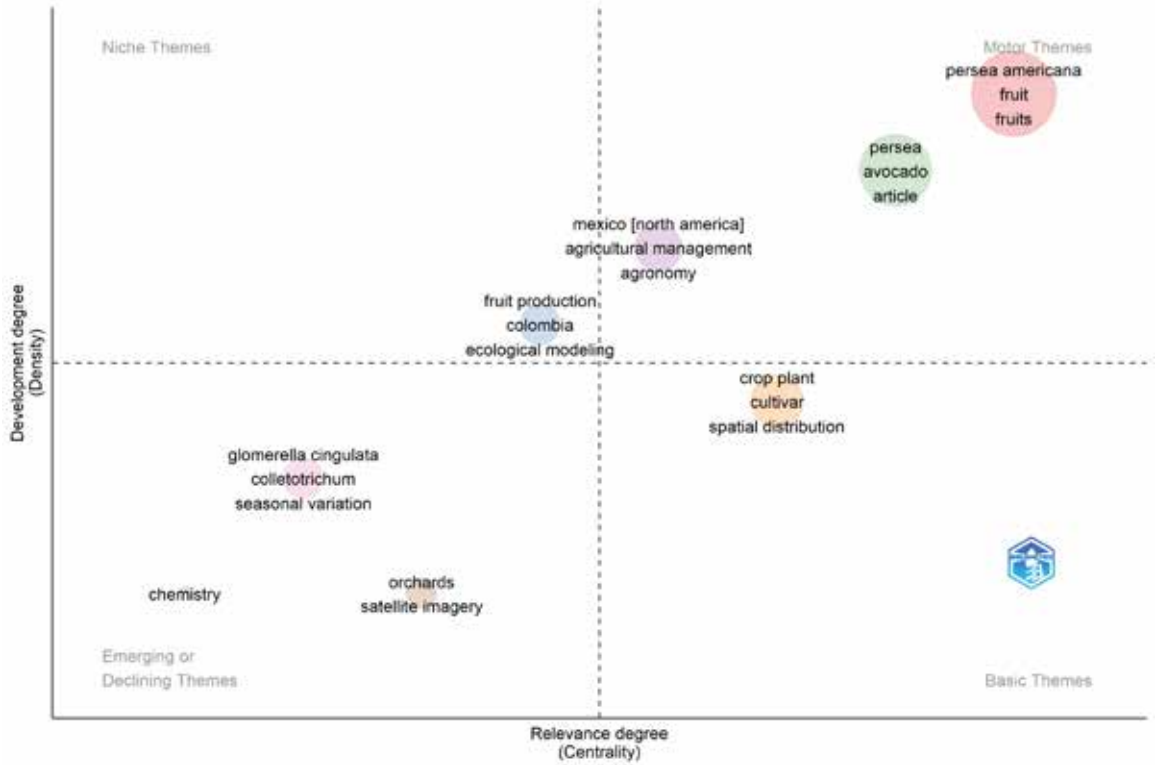
Figura 34. Producción científica de los principales autores para gestión de tierras en aguacate Hass.



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

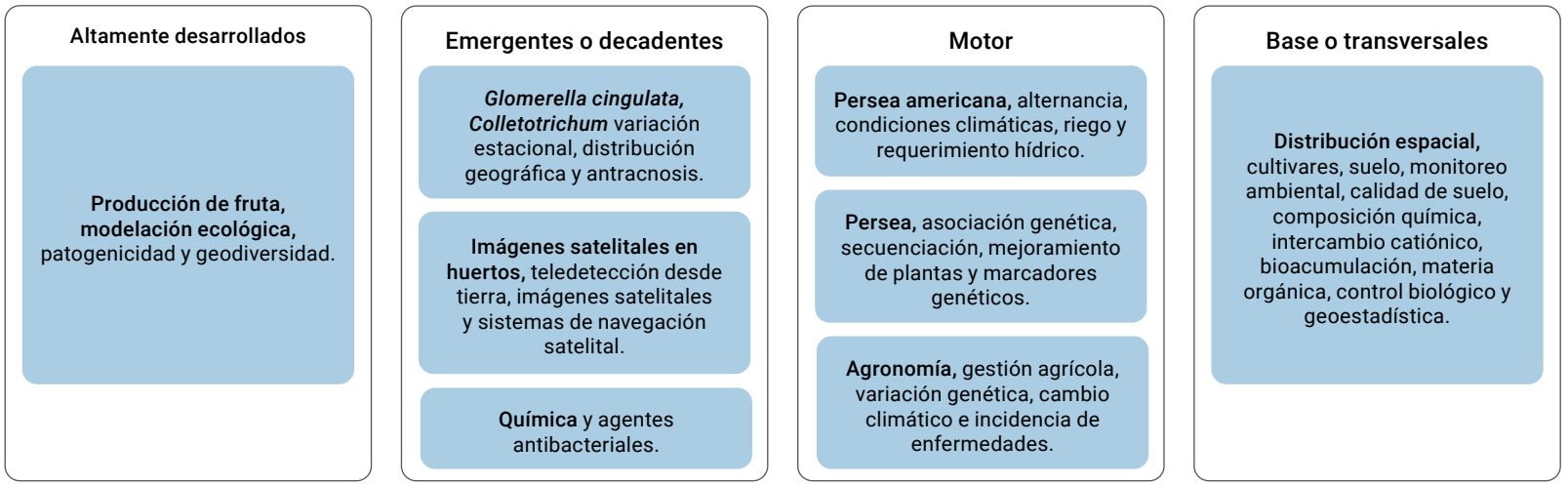


Figura 35. Mapa temático para gestión de tierras en aguacate Hass.



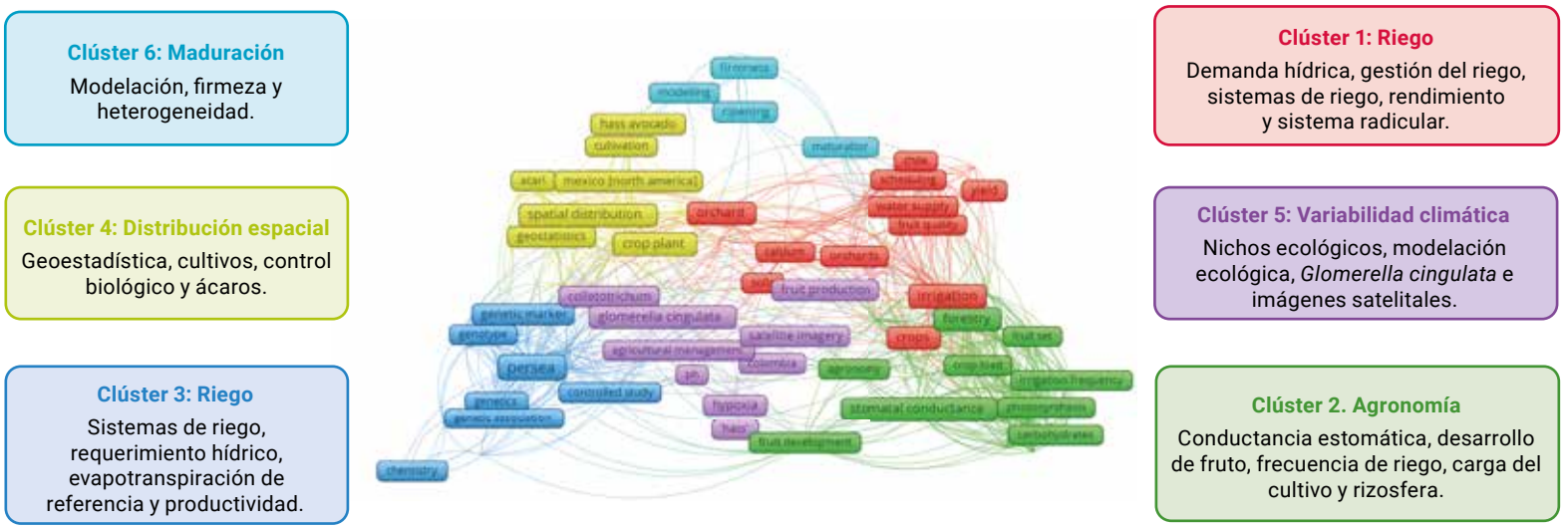
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.
El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

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

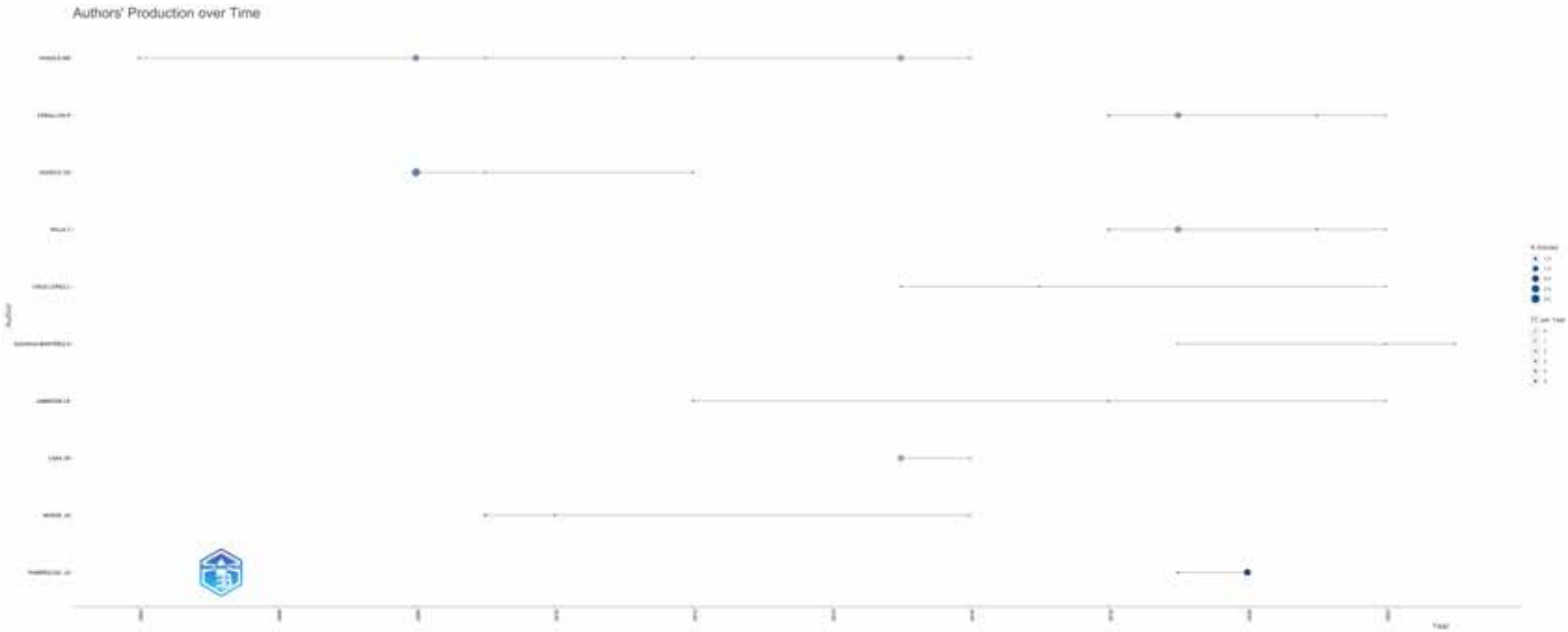
Para el área temática manejo de plagas se recuperaron 73 publicaciones indexadas. El 90,4 % corresponde a artículos, el 6,8 % a conferencias, el 1,4 % a capítulos de libro y el 1,4 % a reviews (figura 38). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de 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.

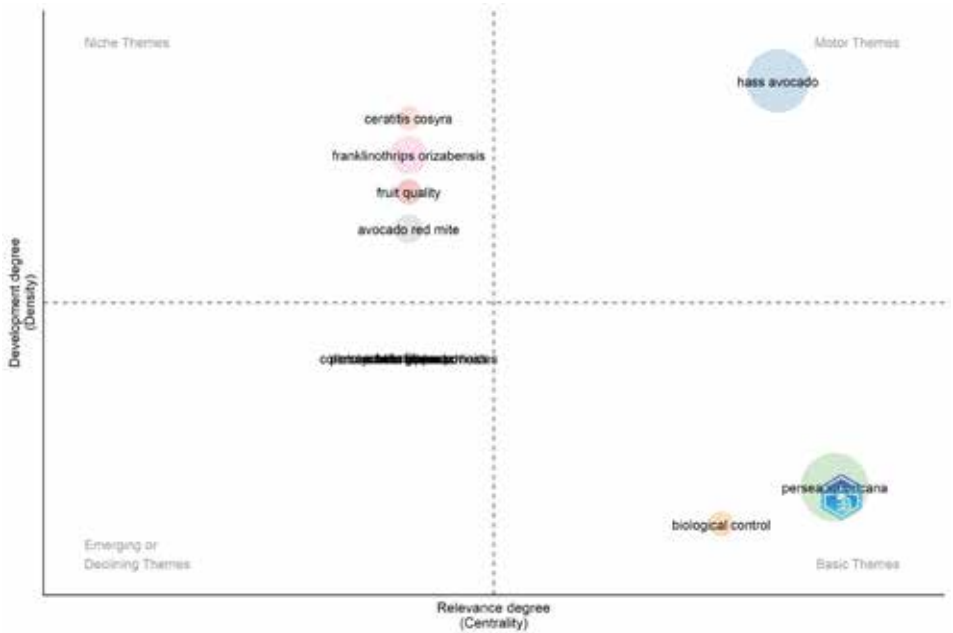


Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.
El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



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.



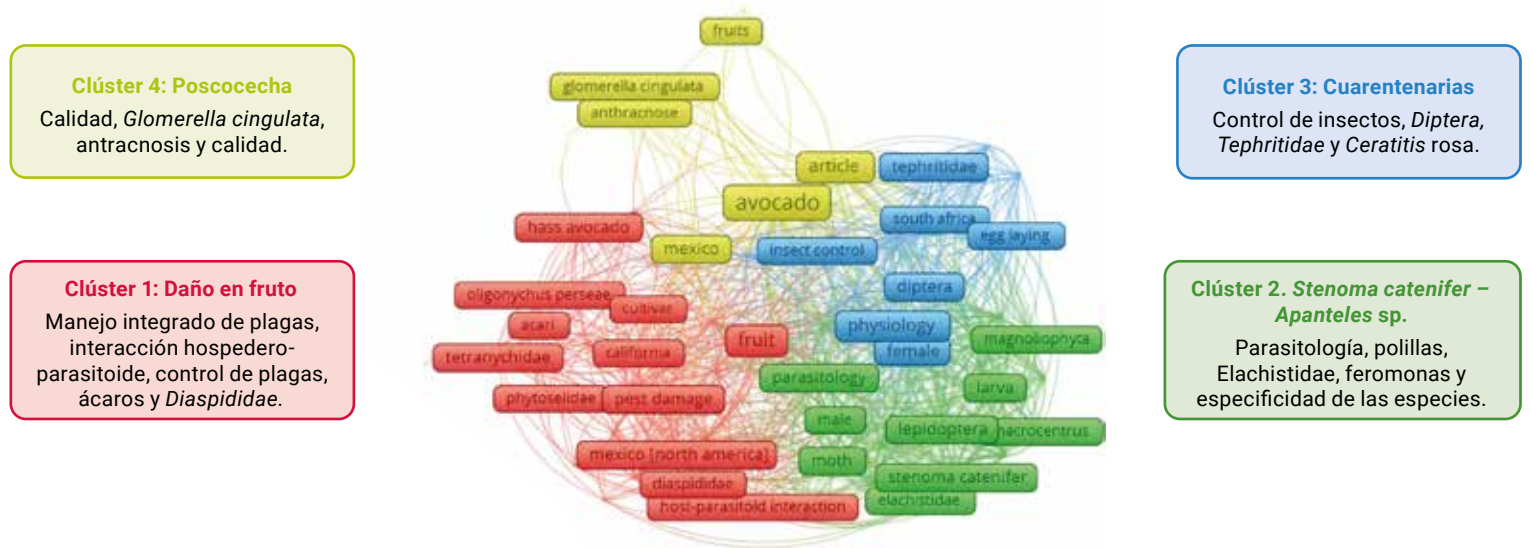
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

Figura 41. Temas identificados para manejo de plagas en aguacate Hass en los cuadrantes de análisis.

Altamente desarrollados	Emergentes o decadentes	Motor	Base o transversales
Franklinothrips orizabensis, Scirtothrips perseae, Cryptaspasma, control biológico y predadores.	***Colletotrichum gloeosporioides.***	**Hass avocado,** ***Tetranychidae,*** Phytoseiidae, Oligonychus perseae, plagas cuarentenarias y monitoreo.	***Persea americana,*** selección de hospedero, trampas con feromonas, Pseudotheraptus wayi, Penthimiola bella, Coleoptera curculionidae, Harringtonia lauricola y muestreo.
Calidad de fruta, poscosecha, tratamientos cuarentenarios y acceso a mercados.			**Control biológico,** Acutaspis albopicta, Pandeleteius cinereus, Aonidiella aurantii, Epitrix cucumeris y factores ambientales.
Ceratitis cosyra, *Ceratitis rosa* y *Ceratitis capitata.*			
Acaro rojo del aguacate, monoterpenos y respuestas olfativas.			

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

Figura 42. Red de coocurrencia de palabras clave 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 VOSviewer®.



Manejo de enfermedades

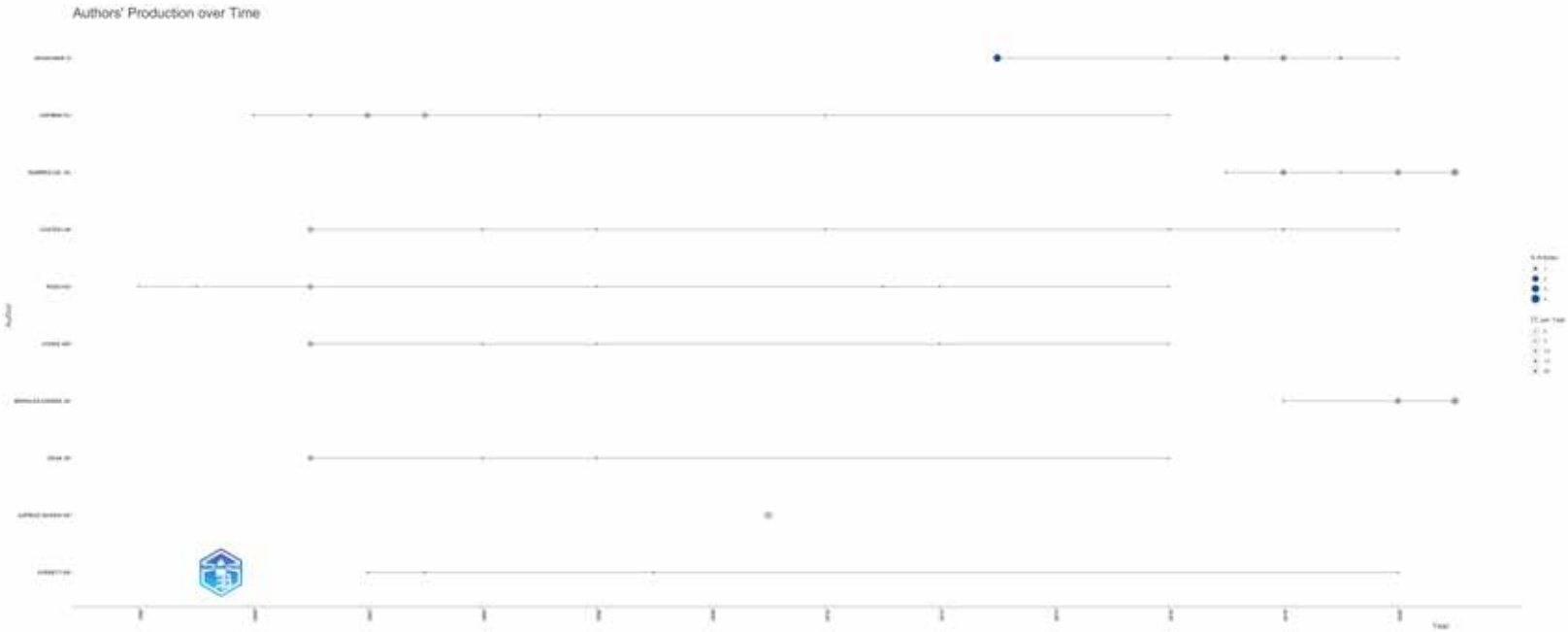
Para el área temática manejo de enfermedades se recuperaron 48 publicaciones indexadas. El 91,7 % corresponde a artículos, el 6,3 % a conferencias y el 2,1 % a reviews (figura 43). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño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

1981-2023 Temporalidad	41 Revistas	49 Documentos	2,65 % Crecimiento anual
213 Autores	2 Autores individuales	18,37 % Coautores internacionales	5,02 Autores por documento
155 Palabras clave de autor	752 Citaciones	7,43 Publicaciones por año	15,35 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 44. Producción científica de los principales autores para el manejo de enfermedades en aguacate Hass.

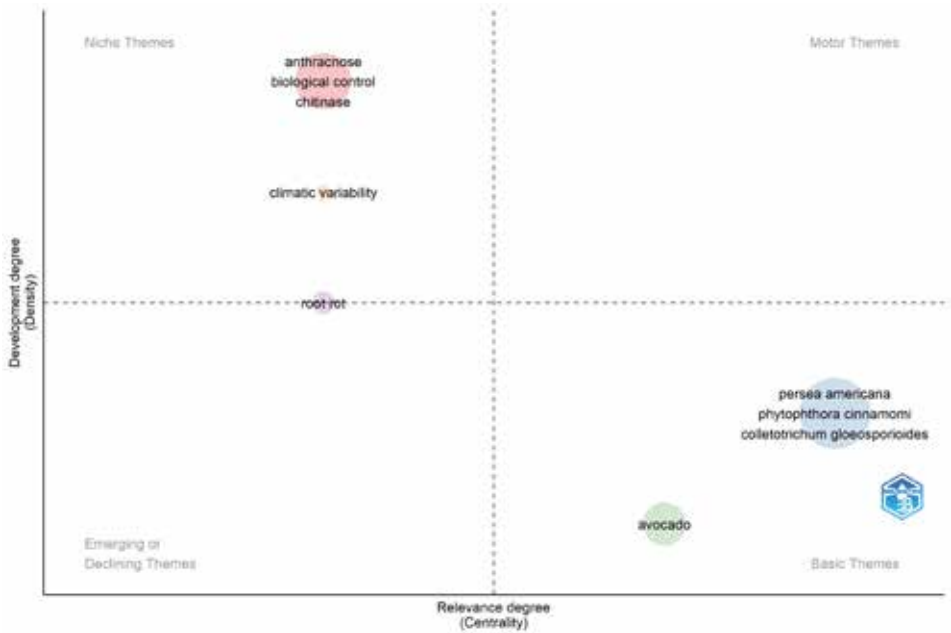


Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.
El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



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.



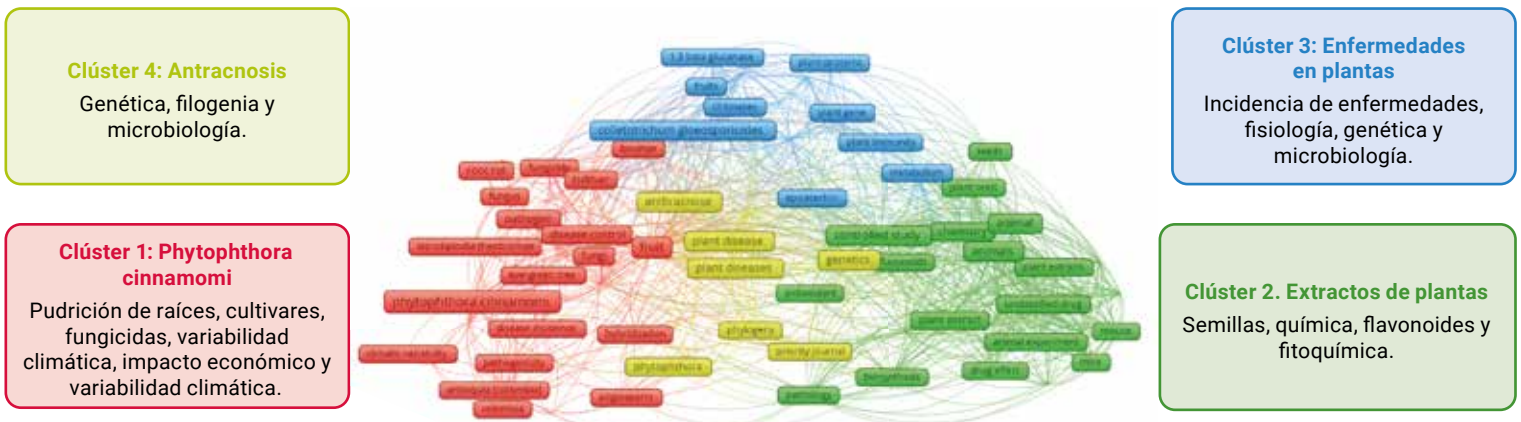
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

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

Altamente desarrollados	Emergentes o decadentes	Motor	Base o transversales
Antracnosis, control biológico y pudrición de fruto.	***Pudrición de raíz,*** banco de germoplasma, cultivares autóctonos, agentes causales bióticos y abióticos, enfermedades en vivero y campo.	**No se identifican aún.**	***Persea americana, Phytophthora cinnamomi, Colletotrichum,*** resistencia genética, microorganismos benéficos, manejo integrado, prácticas culturales y virus mancha de sol (ADVd).
Variabilidad climática, genotipos nativos, manejo sustentable, textura de suelo y precipitación.			**Aguacate,** extractos, contenido fenólico, capacidad antioxidante, portainjertos y geoestadística.

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

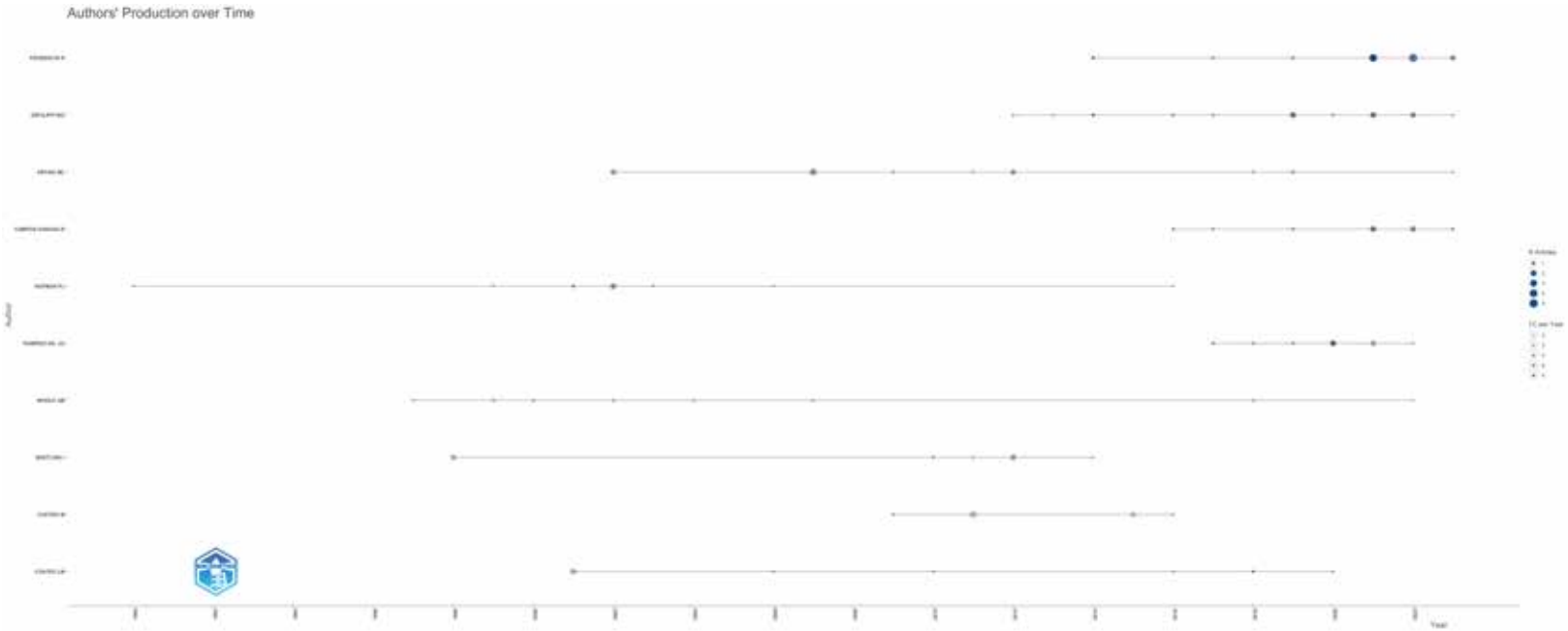
En el caso de esta área temática, se recuperaron 90 publicaciones indexadas. El 85,6 % corresponde a artículos, el 12,2 % a conferencias y el 2,2 % a reviews (figura 48). Los principales 10 autores en el mundo y su producción académica se sintetizan en una línea de tiempo en la que el tamaño de cada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

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

1977-2023 Temporalidad	64 Revistas	90 Documentos	3,56 % Crecimiento anual
502 Autores	2 Autores individuales	24,44 % Coautores internacionales	8,93 Autores por documento
3,63 Palabras clave de autor	3.233 Citaciones	7,81 Publicaciones por año	11,93 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 49. Producción científica de los principales autores para mejoramiento y propagación en aguacate Hass.

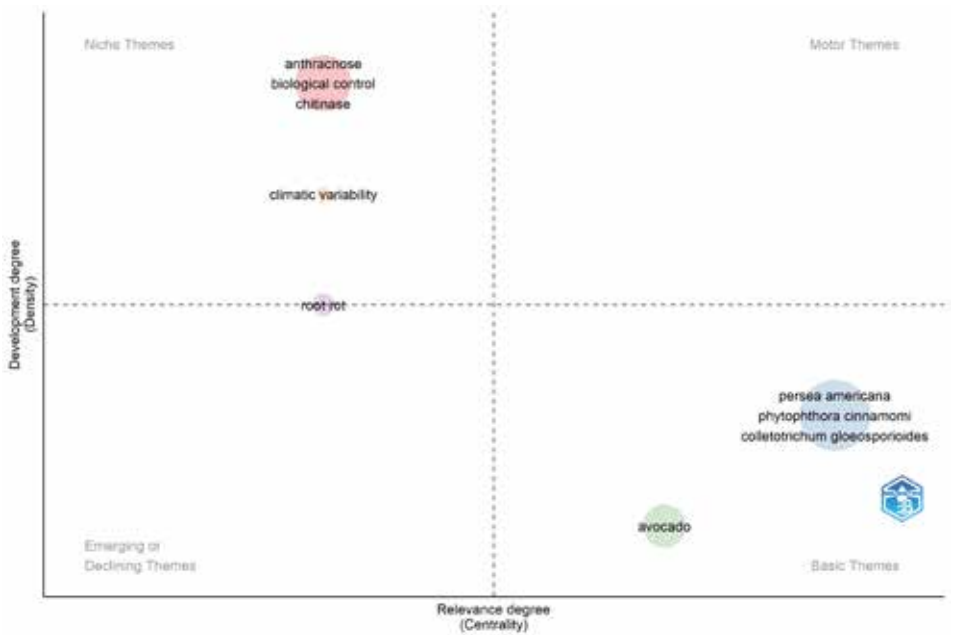


Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.
El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



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.



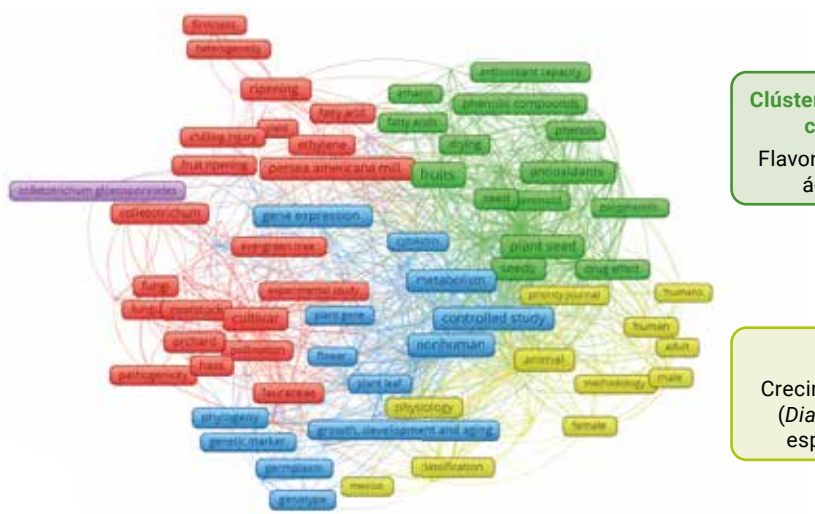
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

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

Altamente desarrollados	Emergentes o decadentes	Motor	Base o transversales
***Persea americana*, compuestos bioactivos,** actividad antioxidante, epicarpio, extracción de almidón y semillas de aguacate.	**Ácido abscísico, polinización** conductancia estomática, fotosíntesis, desarrollo de fruto, estrés hídrico, salinidad y estrés abiótico.	**Calidad de fruta,** Colletotrichum gloeosporioides, Phytophthora cinnamomi, biofungicida y catequina.	**Aguacate, *Persea americana*,** diversidad genética, expresión genética, portainjertos y clonación.
D-mannoheptulose, tocoferoles, estrés abiótico. *Phytoseiidae* y geoestadística.	**Portainjertos,** estrés por salinidad, portainjertos clonales, fenología y alternancia.	**Maduración de fruta,** tratamiento térmico y desinfestación.	**Compuestos fenólicos,** semillas y bioproductos.

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

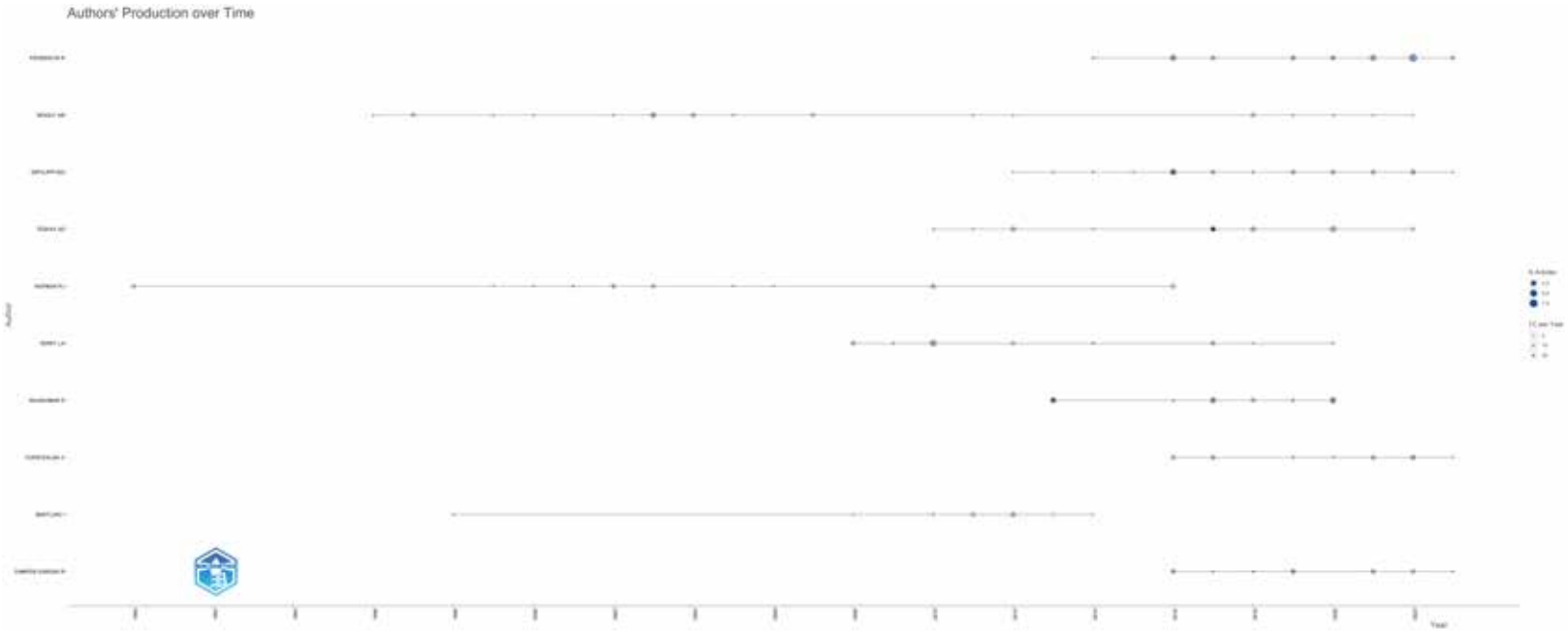
Para la temática de poscosecha se recuperaron 521 publicaciones indexadas, de las cuales 516 contenían los datos requeridos para ser analizadas. El 87,1 % corresponde a artículos, el 11,1 % a conferencias, el 1,2 % a reviews y el 0,6 % a capítulo de libro (figura 53). Los principales 10 autores en el 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.

1977-2023 Temporalidad	191 Revistas	516 Documentos	5,35 % Crecimiento anual
1.589 Autores	13 Autores individuales	19,9 % Coautores internacionales	4,67 Autores por documento
1.345 Palabras clave de autor	17.599 Citaciones	8,96 Publicaciones por año	16,67 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 54. Producción científica de los principales autores para poscosecha en aguacate Hass.

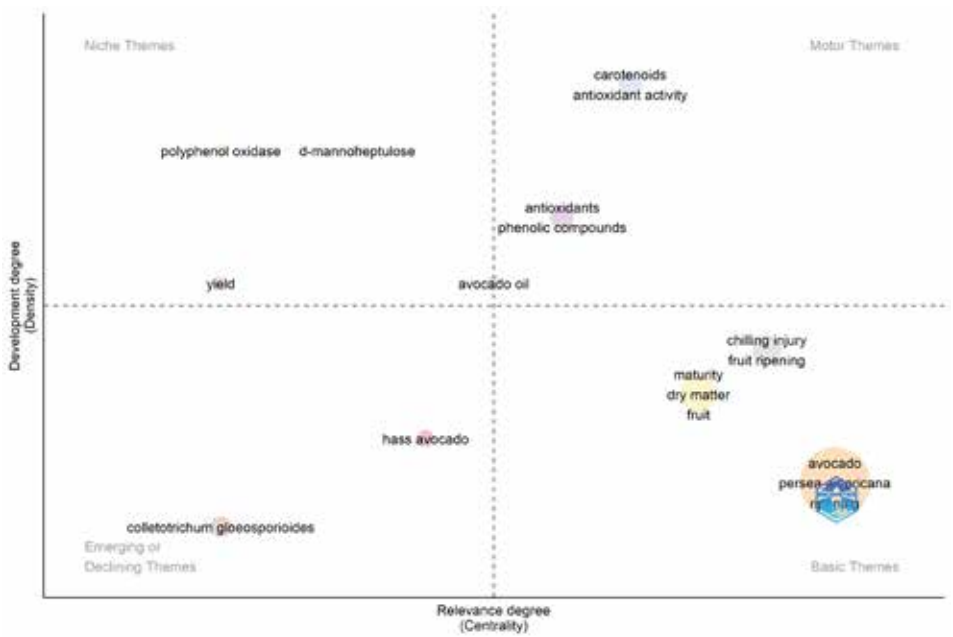


Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023.
El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®



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.



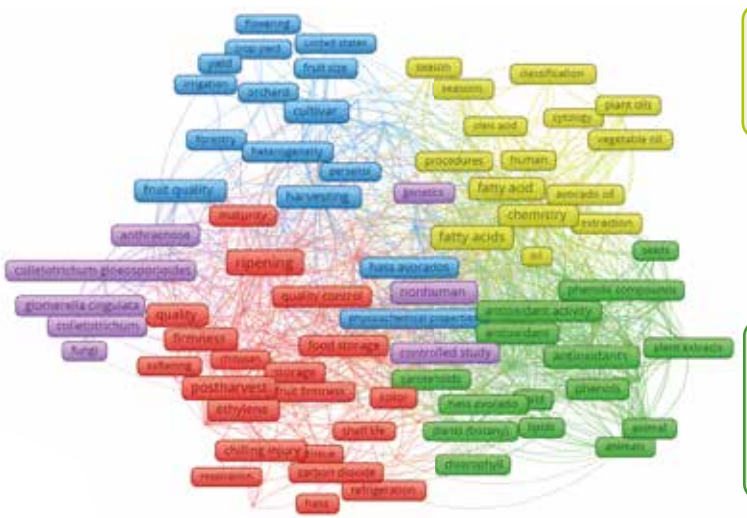
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada de Scopus® en julio de 2023. El procesamiento se hizo con el software Bibliometrix®.

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

Altamente desarrollados	Emergentes o decadentes	Motor	Base o transversales
Alternancia, fenología, portainjertos, floración, polinización y tamaño de fruto.	***Colletotrichum gloeosporioides*,** enfermedades poscosecha, metabolitos secundarios, catequina y productos naturales.	**Carotenoides, actividad antioxidante,** cultivares, perfil de ácidos grasos, tocoferoles y disponibilidad.	**Calidad en poscosecha,** atmósfera modificada, etileno, refrigeración y daño mecánico.
Rendimiento, cultivares, composición ácidos grasos y semilla.	**Aguacate Hass,** pectina, propiedades fisicoquímicas y revestimientos.	**Compuestos fenólicos,** antioxidantes y actividad antibacteriana.	**Maduración, poscosecha,** calidad, etileno, atmósfera modificada y almacenamiento.
D-manoheptulosa y/o perseitol, contenido de materia seca, portainjerto y Duke-7.		**Aceite de aguacate,** prensado en frío, microscopia y conductividad eléctrica.	**Daño por frío,** maduración de la fruta, desinfección, empaque, vida útil, fisiología y poscosecha.

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



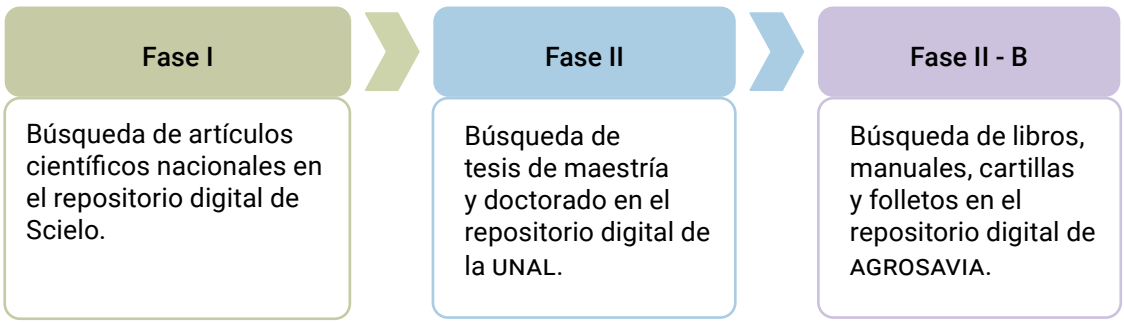
En Colombia, diversas instituciones hacen investigación básica, aplicada y avanzada en el cultivo de aguacate Hass en las diferentes disciplinas que agrupan el sistema productivo. Su objetivo es explorar alternativas técnicas y tecnológicas que puedan ser llevadas a productores, asociaciones, asistentes 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.

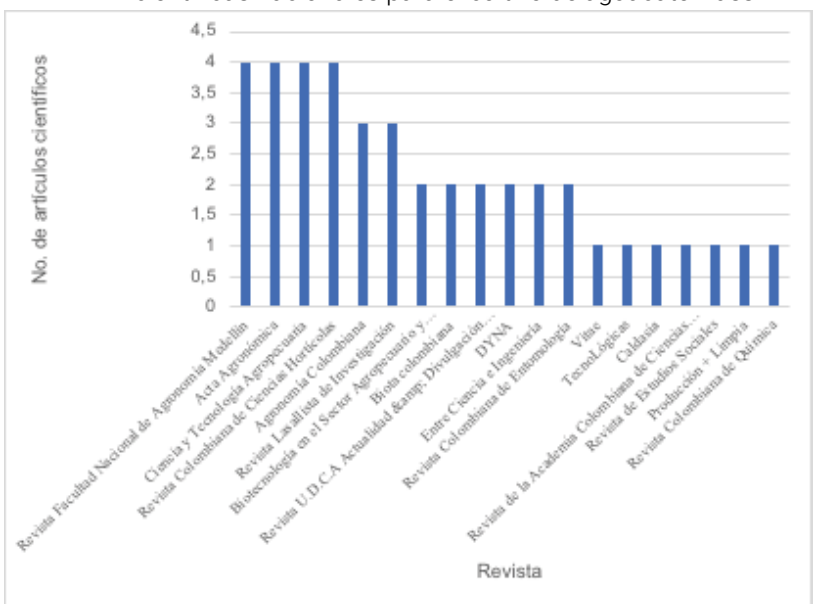


Fuente: Elaboración propia con base en la metodología descrita en el informe de vigilancia científica y tecnológica elaborado por AGROSAVIA.

Repositorio digital Scielo

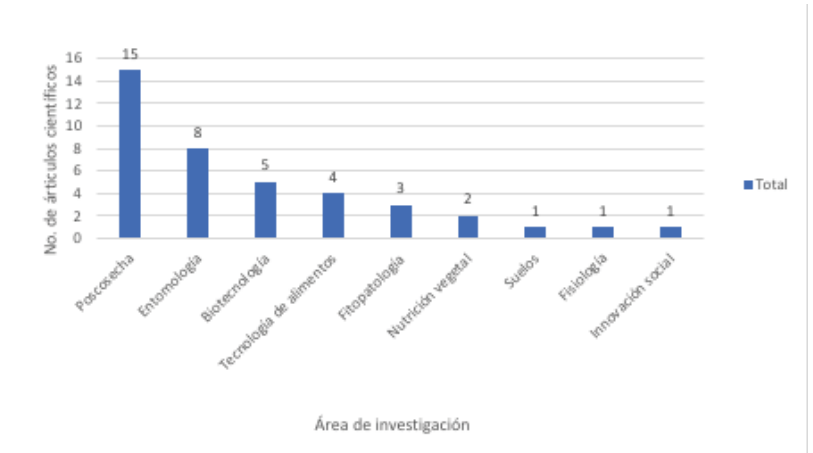
Para analizar la temática "aguacate Hass" se recuperaron 41 artículos científicos en revistas científicas nacionales. Se identificó que las revistas con mayor registro de publicación, de 2010 al 2023, en aguacate Hass son: *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín; *Acta Agronómica*; *Ciencia 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).

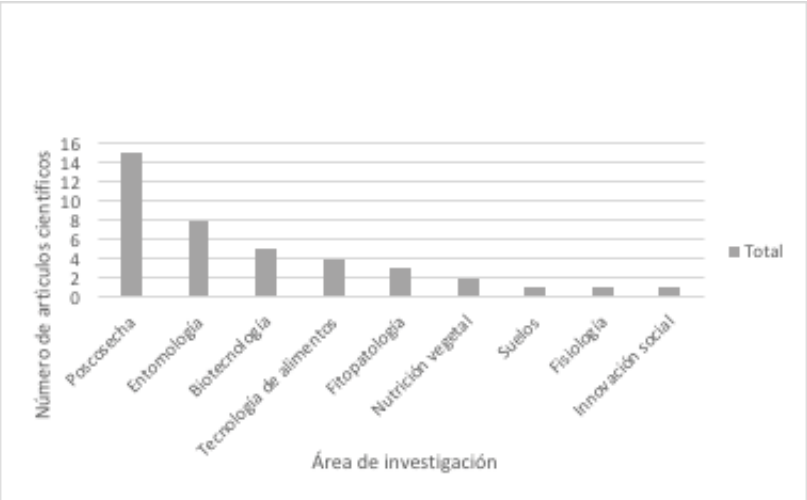
Finalmente, el mayor número de publicaciones de tesis de maestría y doctorado en las diferentes áreas de investigación para el sistema productivo de aguacate Hass en las cuatro sedes de la UNAL se presentó en el año 2017, con un registro del 20,58 %, seguido del año 2018, con el 14,70 % (figura 63).

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

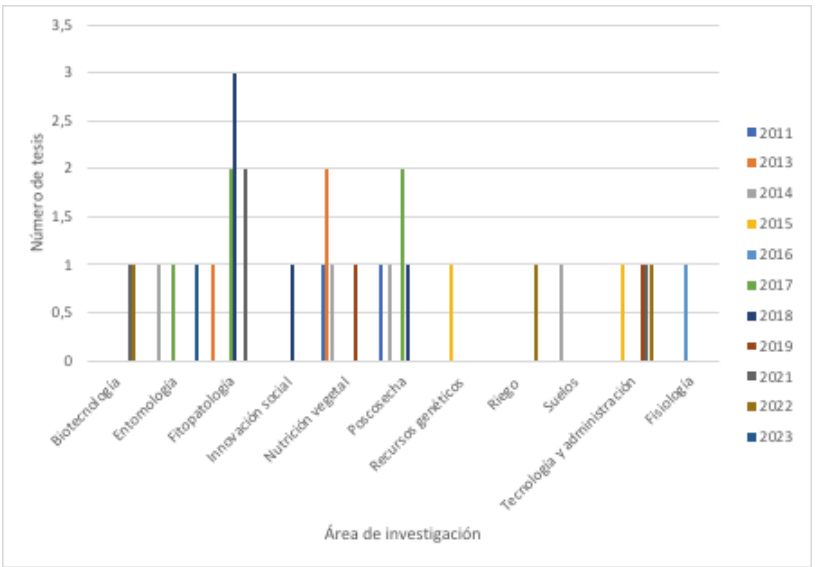
Fuente: Elaboración propia con base en la información recuperada del sistema de bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia el 4 de julio de 2023.

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.



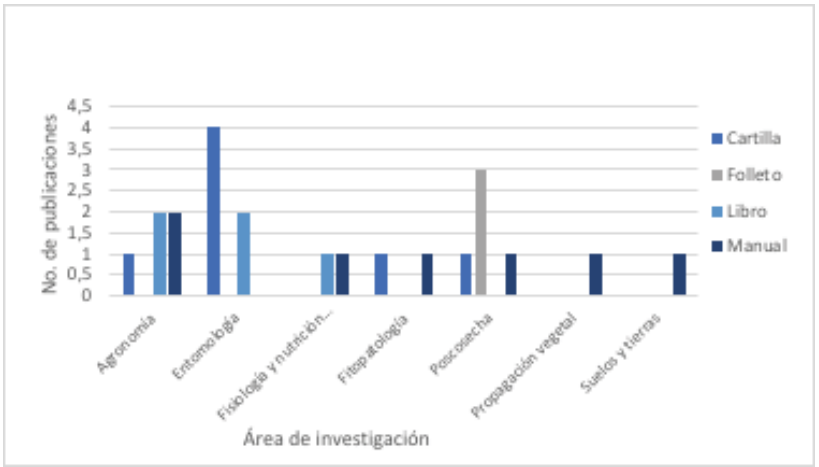
Fuente: Elaboración propia con base en información recuperada de Scielo el 4 de julio del 2023.

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.

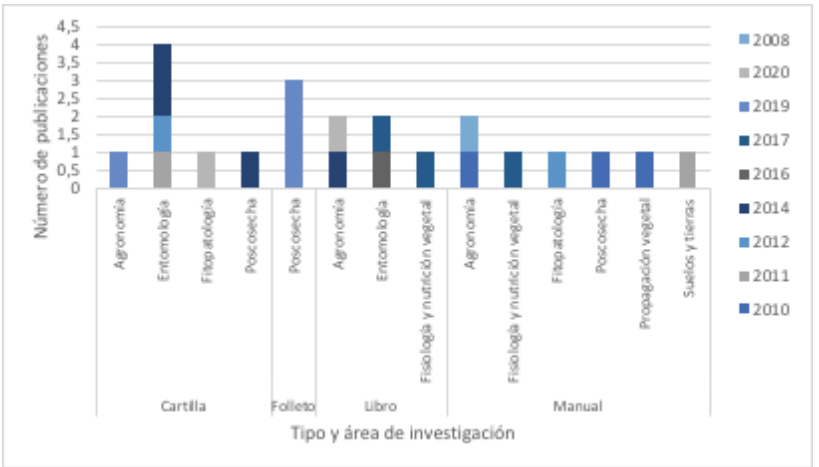
El área con mayor participación de publicaciones en cartillas es entomología (66,7 %), mientras que agronomía reportó la mayor participación para manuales (50 %) y las áreas de agronomía y entomología significaron el 40 % de la participación para libros (figura 65).

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

Guía para el reconocimiento y manejo de las principales plagas de aguacate cv. Hass en Colombia	Carabalí, A., Caicedo A. M. & Holguín, C. M.	2021 Cartilla		
Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate (2.ª ed.)	Bernal, J. & Díaz, C. (eds.)	2020 Libro		
La peca o mancha negra del aguacate: síntomas y estrategias de manejo	Eleonora, R., Tamayo, P., Reina, J. & Varón, E.	2020 Cartilla		

Continúa en la página siguiente...

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

Prácticas de manejo sostenible para el cultivo de aguacate	Carabalí, A., Ríos, L., Bernal, A., Tamayo, P., Burbano, R., Rebolledo, A., & Tamayo, A.	2019 Cartilla		
Ficha de índices de madurez de cosecha para aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass) en el departamento de Antioquia	Rodríguez, P. & Henao, J. C.	2019 Folleto		
Protocolo de almacenamiento y maduración de aguacate cv. Hass (Persea americana Mill.) en Antioquia	Rodríguez, P., Escobar, J. & Grisales, N.	2019 Folleto		
Inventario de los principales fitopatógenos de poscosecha y defectos de calidad de los frutos de aguacate (Persea americana Mill cv. Hass)	Grisales, N., Rodríguez, P., Correa, G. & Tamayo, P.	2019 Folleto		

Continúa en la página siguiente...

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

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

Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (Persea americana) variedad Hass en zonas productoras de Colombia	Guzmán, L.C., Rebolledo, A. & Dorado, D.	2017 Manual		
Criterios para la definición de planes de fertilización en el cultivo de aguacate Hass con un enfoque tecnificado	Rebolledo, A. & Dorado, D.	2017 Libro		
Insectos polinizadores del aguacate (Persea americana Mill.) cv. Hass en Colombia	Carabalí, A., Pinchao, S., Lamprea, I., Peña, J. & Carabalí, D.	2017 Libro		
Manejo de mosca blanca (Paraleyrodes *sp.*) *en aguacate* (Persea americana *Mill.*)	Varón, E.	2016 Libro		

Continúa en la página siguiente...

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

Manejo integrado de Monalonion velezangeli en aguacate	Londoño, M.	2014 Cartilla		
Principios básicos para la transformación agroindustrial del aguacate Persea americana	Criollo, J., Zárate, L. & Riveros, M.	2014 Cartilla		
Distribución de especies cuarentenarias del aguacate Hass en el oriente de Antioquia y el norte del Tolima en Colombia	Arévalo, E., Torres, L., González, M., Díaz, M., Benavides, M. &Vallejo A.,	2014 Cartilla		
Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate	Bernal, J. *et al.*	2014 Manual		

Continúa en la página siguiente...

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

Bases técnicas para implementar prácticas de manejo de plagas en aguacate Hass en la meseta de Popayán - Cauca	Rebolledo, A., Melo, Y., Carabalí, A., Londoño, M., Takumasa, D., Marín, G., Orozco, F. & Gómez, G.	2012 Cartilla		
Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (Persea americana Mill): medidas para la temporada invernal	ICA	2012 Manual		
Insectos escama y ácaros comunes del aguacate en el Eje Cafetero y el Valle del Cauca, Colombia	Kondo, T., Mesa, N., Monsalve, J., Reyes, J., López, R., & Muñoz, J.	2011 Cartilla		
Caracterización biofísica y socioeconómica del sistema de producción de aguacate cv. Hass en los departamentos de Antioquía, Caldas, Risaralda y Quindío	Ríos, G., Londoño, M., Torres, M. & Vásquez, L.	2011 Manual		

Continúa en la página siguiente...

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

Manual técnico del cultivo del aguacate	Arango, B. & Díaz, D.	2010 Manual		
Manual técnico de manejo de los viveros para la producción y distribución de aguacate (Persea Americana Miller) en Colombia	ICA	2010 Manual		
Postcosecha y transformación de aguacate :agroindustria rural innovadora	Forero, F., García, J. & Sandoval, A.	2010 Manual		
Tecnología para el cultivo del aguacate	Díaz, C. & Bernal, J.	2008 Manual		

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

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



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/PEsctpmSHoo

Estrategias de control de *Monalonion velezangeli* en aguacate

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



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

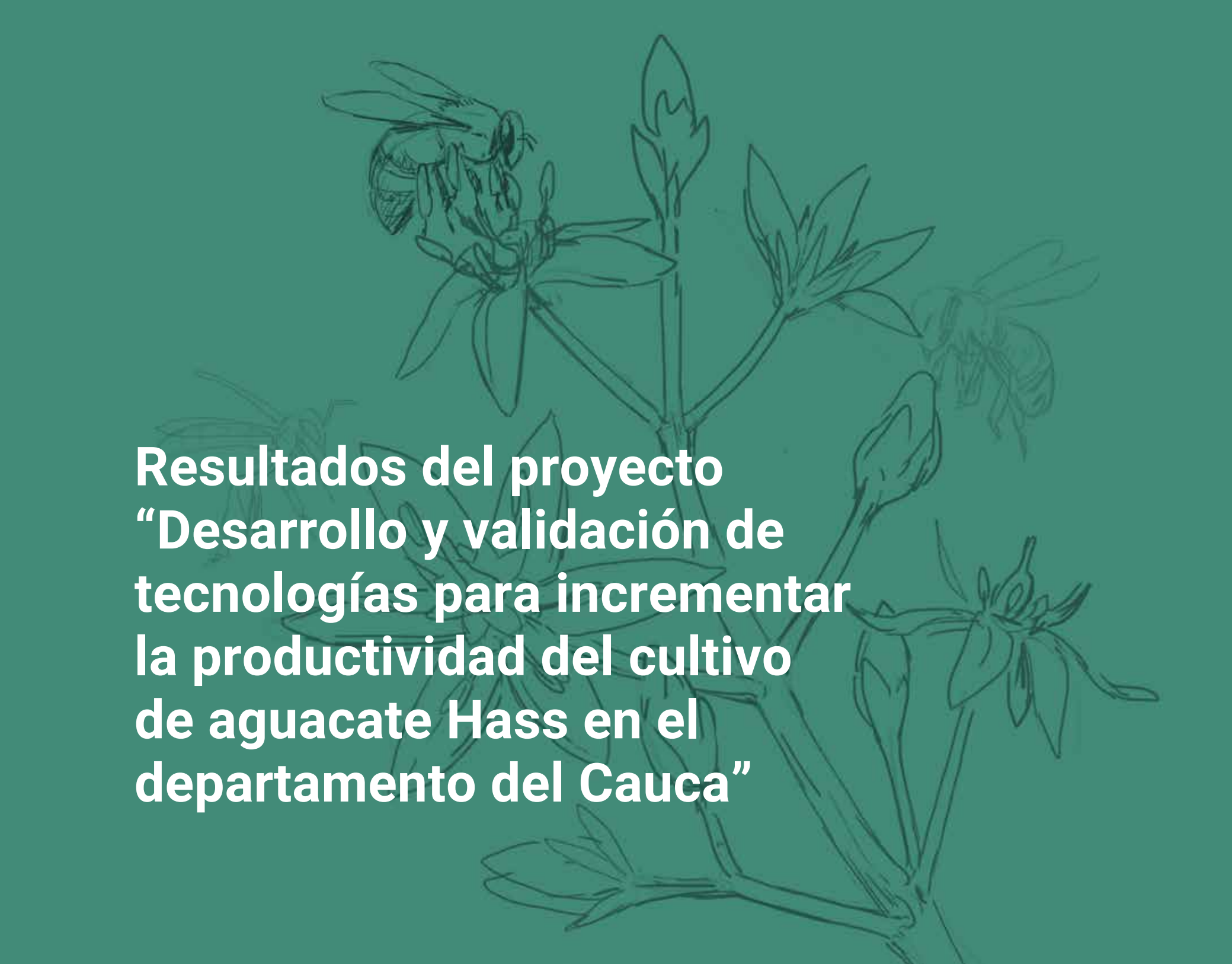
Área temática: manejo sanitario y fitosanitario.

Cobertura geográfica: región Andina.

Descripción: recomendaciones para el manejo de *Monalonion 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

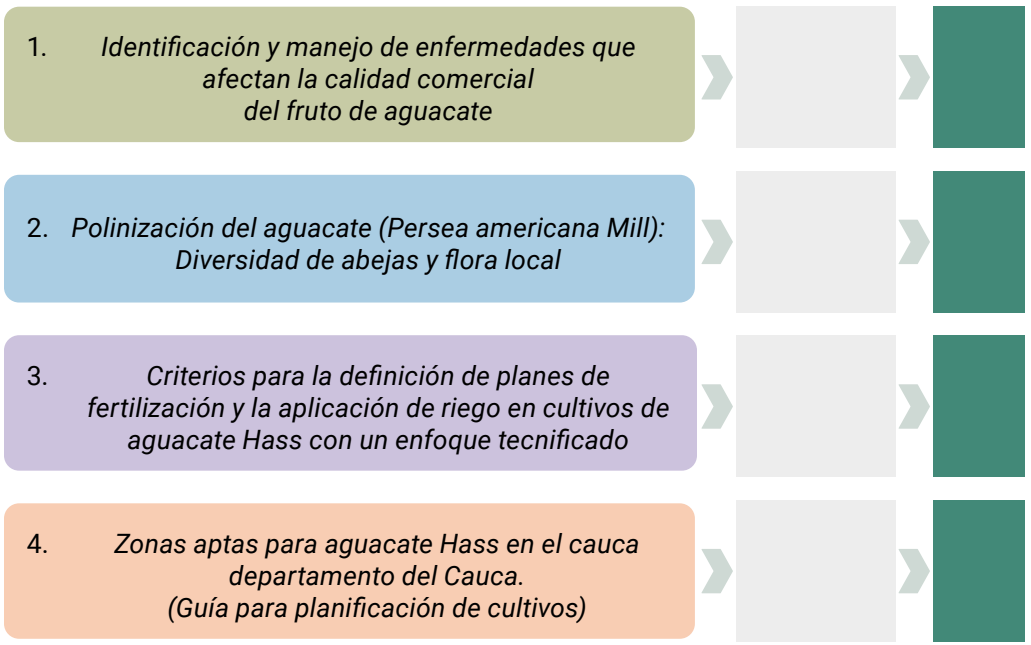


Resultados del proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca”



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.

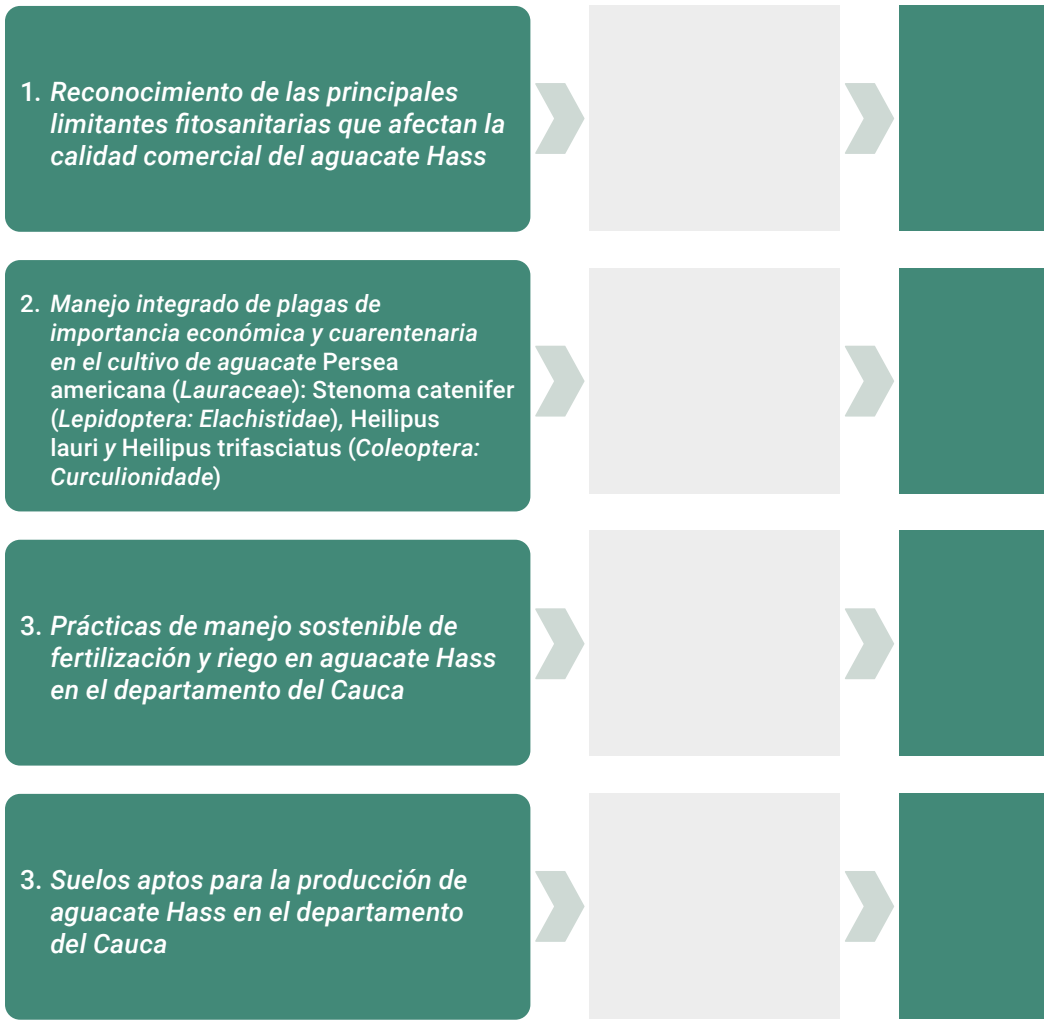
Figura 71. Libros de análisis generados en el proyecto



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



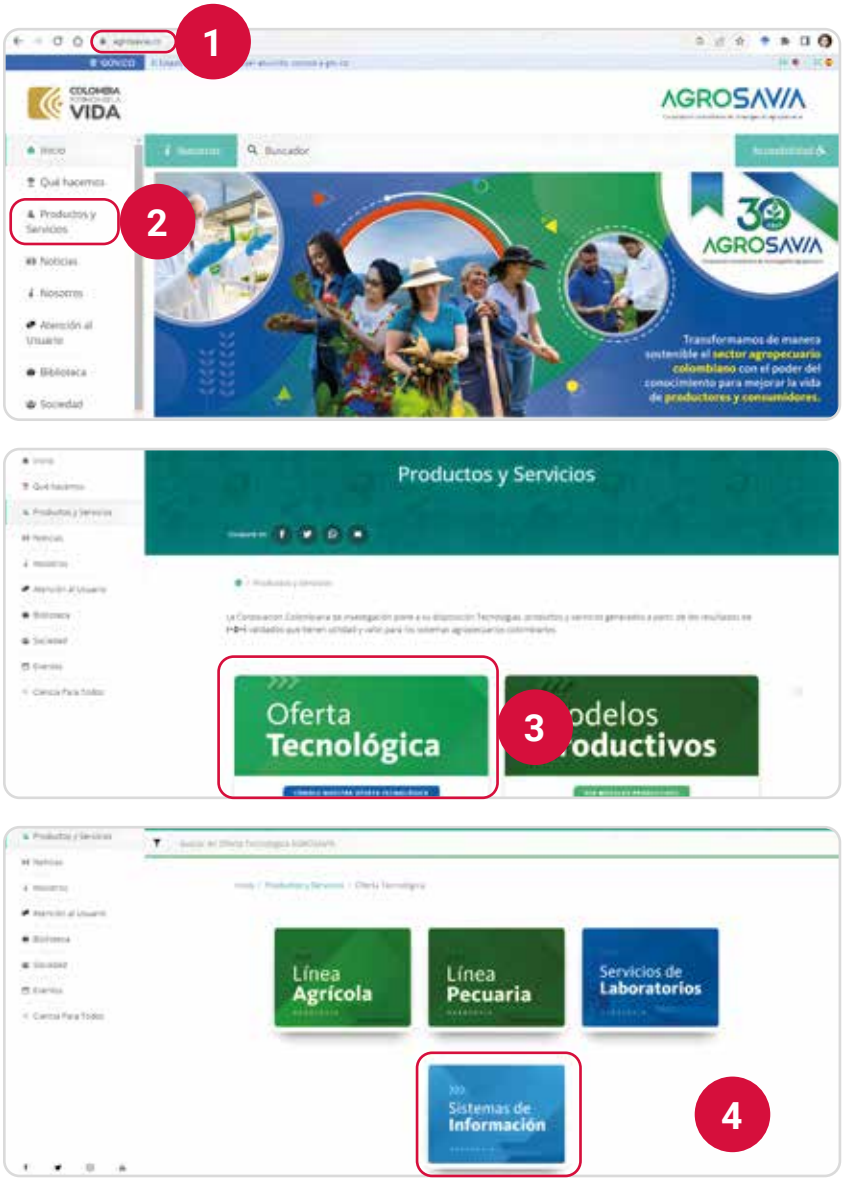
y validación de tecnologías para el mejoramiento de la productividad y calidad de aguacate Hass", para el área de influencia de municipios productores en el departamento del Cauca (Colombia), entre los cuales se incluyen: Cajibío, Caldono, Caloto, Corinto, El Tambo, Morales, Popayán, Sotará, Timbío y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





Referencias

Agronet. (2021). Área, producción y rendimiento nacional por cultivo [base de datos]. https://agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1

Asociación Nacional de Comercio Exterior [Analdex]. (2022, 5 de julio). Informe de exportaciones de aguacate Hass septiembre 2022. https://www.analdex.org/2022/12/13/informe-exportaciones-de-aguacate-hass-septiembre-2022/

Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. (2022). Análisis bibliométrico 2022 - Grupo GEA. https://etitc.edu.co/archives/geaenergias.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). Cultivos y productos de ganadería [base de datos]. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). Cadena productiva aguacate. https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf

Martinez, J. M., & Tarazona, R. (2020). Informe técnico AGROSAVIA: Tipificación de productores y dominios de recomendación. Proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para el mejoramiento de la productividad y calidad de aguacate Hass" [Documento de trabajo]. AGROSAVIA.

Ospina, C. E. (2020). Caracterización productiva y socioeconómica del sistema productivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca. Proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para el mejoramiento de la productividad y calidad de aguacate hass". [Documento de trabajo]. AGROSAVIA.

Ospina, C. E., Garavito, L. V., & Correa, D. L. (2023). Cadena de valor aguacate Hass: procesos interinstitucionales hacia la exportación en Cauca, Colombia. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, *10*(28), 235-252. https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5333



Esta cartilla, dirigida a productores y asistentes técnicos en zonas productoras del departamento del Cauca, es una contribución al proyecto "Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca", ejecutado por AGROSAVIA y financiado por el Sistema General de Regalías y la Gobernación del Cauca. Uno de sus objetivos es consolidar la oferta tecnológica disponible para cultivos de aguacate Hass, identificar la tecnología que puede responder a las limitantes específicas que tiene el sistema de producción y establecer los dominios de recomendación en nichos productivos del departamento del Cauca (Colombia).

Mediante un análisis de tendencias en investigación mundial a julio de 2023, este documento provee insumos para visualizar y entender las áreas de conocimiento que pueden hacer aportes importantes al desarrollo tecnológico mundial y regional, así como los temas emergentes que proyectan nuevas oportunidades de mejoramiento, no solo del sistema de producción, sino también de valor agregado a la producción del cultivo. Asimismo, se describen los recursos bibliográficos disponibles y la oferta tecnológica generada por AGROSAVIA que contribuyen al desarrollo del cultivo de aguacate Hass.

ISBN: 978-958-740-675-7
9789587406757

AGROSAVIA
EDITORIAL